



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد علوم و تحقیقات

رساله دکتری رشته شیلات

موضوع

روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر قزل آلاي رنگین کمان  
در آب لب شور کویری

استاد راهنما

دکتر محمد رضا احمدی

استادان مشاور

دکتر حسن عمادی

دکتر محسن فرخوی

نگارنده

مرتضی علیزاده

سال تحصیلی ۱۳۷۹

چکیده:	۱
مقدمه:	۲
فصل اول - کلیات	۳
۱- شرایط اقلیمی و آب و هوایی استان یزد	۳
۲- وضعیت منابع آبی استان یزد	۳
۳- شناختی در مورد پرورش قزل آلا در استخرهای خاکی با استفاده از آب لب شور	۴
۴- ضرورت انجام تحقیقات	۵
۵- مروری بر منابع	۷
۵-۱- احتیاجات پروتئینی قزل آلا	۷
۵-۲- احتیاجات چربی قزل آلا	۱۱
۵-۳- احتیاجات کربوهیدرات قزل آلا	۱۴
۵-۴- احتیاجات انرژی قزل آلا	۱۵
فصل دوم - مواد و روشها	۱۹
۱- زمان انجام تحقیق	۱۹
۲- طراحی و آماده سازی مکان تحقیق	۱۹
۲-۱- موقعیت کلی محل اجرای طرح	۱۹
۲-۲- احداث سوله	۲۰
۲-۳- تأمین آب	۲۰
۳- شمای کلی تحقیق	۲۴
۴- ساخت جیره های غذایی آزمایشی	۲۵
۴-۱- تهیه مواد اولیه و تجزیه کامل آنها	۲۵
۴-۲- تنظیم جیره ها	۲۵

۴-۲-۱- تنظیم انرژی جیره‌ها .....	۲۶
۴-۳- ساخت جیره‌ها .....	۲۹
۴-۴- انبار و نگهداری خوراکها .....	۳۱
۴-۵- تجزیه جیره‌ها .....	۳۱
۵- اجرای دوره پرورش .....	۳۱
۵-۱- تأمین بچه ماهی و معرفی آنها به حوضچه‌های آزمایشی .....	۳۱
۵-۲- تغذیه ماهیها با جیره‌های آزمایشی .....	۳۳
۵-۳- زیست سنجی ماهیها .....	۳۴
۵-۴- کنترل عوامل فیزیکی و شیمیایی آب .....	۳۴
۵-۵- برداشت .....	۳۵
۶- روشهای تجزیه .....	۳۶
۶-۱- تجزیه نمونه‌ها .....	۳۶
۶-۲- تجزیه داده‌ها .....	۳۷
فصل سوم - نتایج .....	۳۸
۱- نتایج حاصل از تجزیه جیره‌های غذایی آزمایشی .....	۳۸
۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای محیطی .....	۳۸
۳- نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهیان .....	۳۸
۴- نتایج حاصل از عملکرد رشد ماهیها و تجزیه آماری داده‌ها .....	۵۰
۵- نتایج حاصل از تجزیه لاشه ماهیها در پایان دوره پرورش و آنالیز آماری داده‌ها .....	۶۷
فصل چهارم: بحث .....	۷۶
منابع: .....	۸۳
ضمیمه: .....	۹۱



## چکیده:

در این تحقیق روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جهت تعیین نیاز پروتئین، انرژی و نسبت بهینه آنها (P/E) در جیره غذایی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در آبهای لب شور در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با استفاده از آرایش فاکتوریل  $3 \times 3$  مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور سه سطح پروتئین شامل ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد و در هر سطح پروتئین، سه سطح انرژی شامل ۳۷۰، ۴۰۰ و ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم در نظر گرفته شد. جیره های آزمایشی بصورت نیمه خالص ساخته شد که در آنها کازئین، ژلاتین و آرد ماهی به عنوان منبع پروتئین و دکستروز، نشاسته خام و مخلوط روغن ماهی و روغن سویا به عنوان منبع انرژی تعیین گردید. هریک از ۹ تیمار مورد نظر طی ۳ تکرار بطور همزمان پرورش یافتند. هر تیمار شامل ۶۰ عدد بچه ماهی (۲۰ عدد برای هر تکرار) با وزن متوسط ۸۳-۸۰ گرم و طول دوره پرورش ۸۴ روز بود. برای پرورش ماهی ها از ۹ حوضچه فایبرگلاس ۲ متر مکعبی که هریک از آنها بوسیله توری مخصوص پلی اتیلن به سه قسمت مساوی تقسیم شده بودند، استفاده شد. در طول دوره پرورش دمای آب  $15 \pm 2^\circ \text{C}$ ، PH بین ۷/۷-۸/۶، اکسیژن محلول بین ۸/۱-۶/۵ میلی گرم در لیتر و هدایت الکتریکی (EC) برابر مقدار تقریباً ثابت ۲۵۶۴۰-۲۵۲۷۰ میکروموس بر سانتیمتر معادل مقدار شوری برابر با ۱۵/۸-۱۵/۶ گرم در لیتر بود. در هر یک از سطوح پروتئین با افزایش سطح انرژی، درصد افزایش وزن، درصد رشد متوسط روزانه، نسبت بازدهی پروتئین، درصد مصرف پروتئین خالص یا درصد جذب پروتئین، نرخ رشد ویژه و شاخص وضعیت افزایش و نسبت تبدیل غذا کاهش یافت. بهترین عملکرد رشد با استفاده از جیره دارای ۳۵٪ پروتئین و ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم انرژی (۲۰/۶ درصد چربی) و نسبت پروتئین به انرژی ۸۱/۴ میلی گرم پروتئین بر کیلوکالری بدست آمد. مقادیر میانگین هریک از فاکتورهای فوق بین سطوح مختلف انرژی اختلاف معنی دار داشت ( $P < 0.05$ )، درحالیکه بین میانگین مقادیر در سطوح مختلف پروتئین اختلاف معنی داری مشاهده نشد ( $P < 0.05$ ). تجزیه لاشه ماهیها در پایان آزمایش نشان داد که میزان چربی و رطوبت لاشه بطور معنی داری تحت تأثیر روابط متقابل سطوح پروتئین و انرژی بوده ( $P < 0.05$ ) در حالی که میزان پروتئین و خاکستر نهائی لاشه در تیمارهای مختلف تقریباً یکسان بود.



## مقدمه:

نیاز روزافزون به فراورده‌ها و محصولات شیلاتی، توسعه آبی‌پروری در آبهای داخلی را بطور چشمگیری افزایش داده است، بطوریکه در سال ۱۹۹۶ حدود ۲۲٪ از کل تولید جهانی مربوط به پرورش و صید در آبهای داخلی بوده است و پیش‌بینی می‌شود که با توجه به محدودیت صید از دریاها و آزاد و افزایش احتیاجات غذایی مردم، این مقدار همچنان افزایش یابد (میگلی نژاد، ۱۳۷۸). آبی‌پروری در آبهای داخلی عمدتاً شامل پرورش آبزیان با استفاده از آب رودخانه‌ها و چشمه‌ها و همچنین آبگیرها و آب‌بندانه‌هاست ولی یکی از منابعی که تاکنون مورد توجه زیاد واقع نشده، آبهای لب‌شور زیرزمینی است. این منابع غنی آبی که عمدتاً در سفره‌های سطحی مناطق پست و کم‌ارتفاع تجمع یافته و به دلیل کیفیت پایین جهت کشاورزی، صنعت و ... مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، می‌توانند با در نظر گرفتن تمهیدات لازم مورد بهره‌برداری شیلاتی قرار گیرند. مطالعات اولیه در ایستگاه تحقیقاتی بافق استان یزد نشان داده که پرورش آبزیان لب‌شور پسند بخصوص قزل‌آلای رنگین‌کمان و همچنین پرورش گوشتی ماهیان خاویاری با استفاده از استخرهای خاکی در اینگونه منابع آبی بخوبی امکان‌پذیر است که در این میان پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان نتایج جالب توجهی را به‌همراه داشته است (علیزاده، ۱۳۷۵).

بطور کلی معرفی یک گونه آبی در شرایط خاص پرورشی و توسعه آن در مناطق مستعد، مستلزم انجام تحقیقات در زمینه‌های مختلف مربوط به آن می‌باشد. از جمله موضوعات تحقیقاتی که در این رابطه اهمیت بیشتری دارد شناخت نیازهای غذایی یک گونه آبی با هدف تأمین بهترین عملکرد رشد در شرایط پرورشی مورد نظر می‌باشد. در همین راستا و با توجه به توسعه قابل توجه پرورش قزل‌آلا در استخرهای خاکی آب لب‌شور در استان یزد و امکان گسترش در مناطق مستعد کشور، این تحقیق موضوع تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره‌های غذایی را بر روی عملکرد رشد و ترکیب لاشه قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور مورد بررسی قرار داده و در نهایت نسبت بهینه پروتئین به انرژی (P/E) را در مورد این ماهی ارائه نموده است.

## فصل اول - کلیات

### ۱- شرایط اقلیمی و آب و هوایی استان یزد

استان یزد منطقه‌ای کویری است که آب و هوای خشک و بیابانی بر آن حاکم است. بارندگی در سالهای مختلف متفاوت است و متوسط آن حدود ۱۰۶ میلی‌متر در سال می‌باشد که حداکثر آن (۴۰۰-۳۵۰ میلی‌متر) در ارتفاعات شیرکوه و حداقل آن (۶۰-۴۰ میلی‌متر) در کویرهای اطراف استان می‌بارد. تبخیر سالیانه حدود ۳۸۰۰ میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی حدود ۳۵٪ و متوسط درجه حرارت سالیانه حدود  $18/6^{\circ}\text{C}$  می‌باشد که در تیرماه حداکثر به  $48^{\circ}\text{C}$  و در دی‌ماه حداقل به  $16^{\circ}\text{C}$  می‌رسد. بعلت حاکم بودن شرایط خاص کویری و بیابانی در استان یزد، اختلاف درجه حرارت سالیانه و حتی شبانه‌روز زیاد بوده که به حدود  $55^{\circ}\text{C}$  می‌رسد. ریزش باران نامنظم و بیشتر در فصل زمستان صورت می‌گیرد. آبهای جاری و سیلابها پس از عبور از زمینهای شور و قلیایی وارد نواحی پست کویری می‌شوند. فراوانی سالیانه باد در استان ۱۷٪ و بادهای غالب، شمال‌غربی-جنوب‌شرقی می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان حدود ۶۰ روز، متوسط روزهای بارانی حدود ۲۳ روز و متوسط ساعات آفتابی حدود ۳۰۵۲ ساعت در سال می‌باشد (اداره کل هواشناسی استان یزد، ۱۳۷۸).

### ۲- وضعیت منابع آبی استان یزد

به علت پایین بودن نزولات آسمانی، منابع آبهای سطحی در استان بسیار کم بوده و بجز رودخانه دائمی خوانسار و مروست، آنهم با دبی متوسط نسبتاً کم، رودخانه دائمی دیگری در استان وجود ندارد. بعلت رگبارهای نامنظم، مسیل‌ها و آبراهه‌هایی در استان ایجاد گردیده که در ایامی از زمستان و اوایل بهار دارای جریانهای سیلابی می‌باشند. بنابراین عمده‌ترین منابع آب در استان یزد منابع آبهای زیرزمینی است. در استان یزد ۱۳ حوضه آبریز و ۲۱ آبخانه عمده وجود دارد. در این ۱۳ حوضه آبریز مجموعاً تعداد ۲۳۹ دهانه چشمه، ۱۷۵۱ رشته قنات، ۲۰۸۴ حلقه چاه نیمه عمیق و ۸۹۷ حلقه چاه عمیق وجود دارد که سالیانه حدود ۱۰۹۰ میلیون متر مکعب از آبهای زیرزمینی را تخلیه می‌کند. از

این میزان ۹۲٪ به مصرف کشاورزی و بقیه به مصرف شرب، امور صنعتی و بهداشتی می‌رسد (سازمان برنامه و بودجه استان یزد، ۱۳۷۷). عمده‌ترین حوضه آبریز استان حوضه دشت یزد-اردکان است که در جنوب از شهرستان مهریز شروع شده و در شمال تا کویر سیاه‌کوه امتداد می‌یابد. بدلیل وسعت زیاد حوضه مذکور (۱۱۸۰۰ کیلومتر مربع) حدود ۸۰٪ جمعیت و ۶۰٪ فعالیتهای استان در آن مستقر می‌باشد. منابع آب زیرزمینی استان شامل سفره‌های کم عمق کوهستانی، سفره‌های نیمه عمیق دامنه‌ای و سفره‌های اصلی و عمیق جلگه‌ای می‌باشند. یکی از منابع غنی آبهای زیرزمینی استان، آبهای لب‌شور و شور مناطق پست و جلگه‌ای است که میزان هدایت الکتریکی (EC) آنها بین ۵۰۰۰ تا بیش از ۳۰۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌باشد. بخشی از این آبها که دارای هدایت الکتریکی بین ۵۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر هستند تا حدودی جهت کشاورزی و درختکاری مناسبند، درحالیکه بخش اعظم این آبها دارای هدایت الکتریکی بیش از ۱۰۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر (حدود ۷ گرم در لیتر) بوده که جهت مصرف در زمینه کشاورزی محدودیت دارند. با توجه به فراوانی اینگونه منابع آبی در استان و نیز بافت مناسب خاک، می‌توان بخشی از این آبها را که دارای هدایت الکتریکی بین ۱۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر (حدود ۱۶-۸ گرم در لیتر) باشند جهت فعالیتهای آبی‌پروری با استفاده از گونه‌های پرورشی لب‌شورپسند مورد بهره‌برداری قرار داد (شیلات استان یزد، ۱۳۷۸).

### ۳- شناختی در مورد پرورش قزل‌آلا در استخرهای خاکی با استفاده از آب لب‌شور

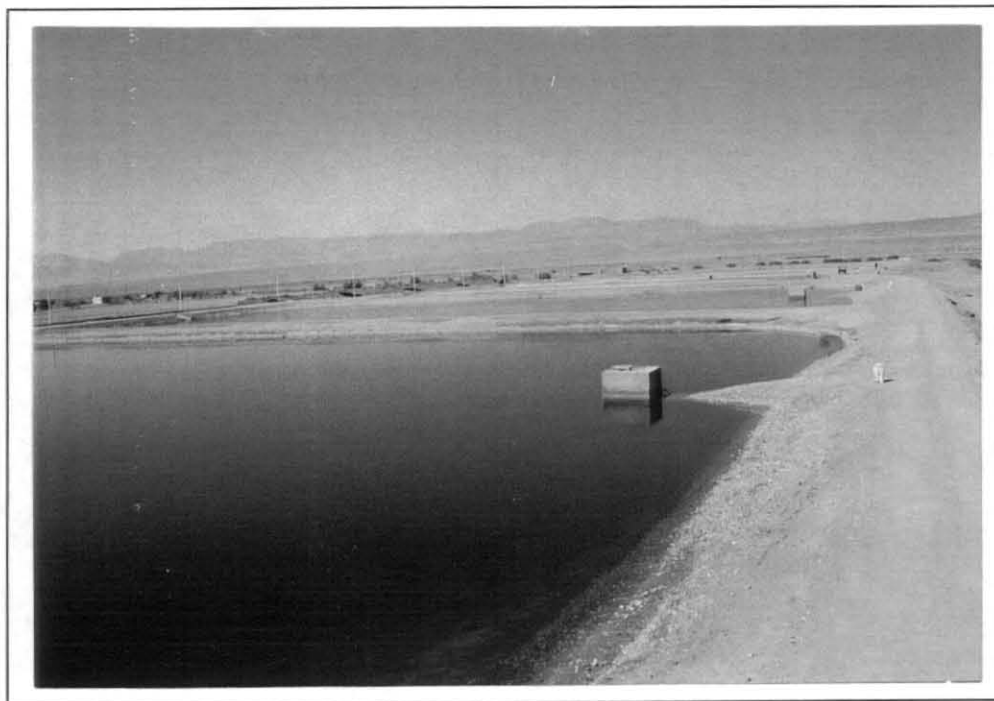
از میان مطالعاتی که در مورد چندین گونه آبی‌پرورش در آبهای لب‌شور زیرزمینی در ایستگاه بافق انجام گرفت، پروژه پرورش قزل‌آلا در استخرهای خاکی بود که در سال ۱۳۷۴ برای اولین بار در کشور اجرا گردید و از موفقیت زیادی برخوردار شد و موجب گردید تا این سیستم پرورش توسعه قابل توجهی در استان پیدا نماید. در این روش پرورش از استخرهای خاکی مستطیل شکل ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمربعی در نیمه دوم سال استفاده می‌شود (شکل ۱). با توجه به گرم بودن آب چاه (حدود  $24^{\circ}\text{C}$ ) و همچنین اکسیژن پایین آن، استفاده از این استخرها باعث می‌گردد تا تحت

شرایط محیطی فصل سرد سال دمای آب تا حد مورد نیاز کاهش یافته و اکسیژن محلول آن افزایش یابد. پرورش در این استخرها بصورت نیمه متراکم بوده و تراکم ماهی در آنها در شرایط متعارف (بدون هوادهی) یک عدد در متر مربع است. میزان تعویض حجم آب استخر حدود ۱۰-۵٪ در شبانه روز است که به منظور تعدیل دمای آب و دفع بخشی از ترکیبات مضر آن صورت می گیرد. طول دوره پرورش حدود ۴-۵ ماه بوده که معمولاً از اواخر مهرماه شروع و در اواسط اسفند خاتمه می یابد. وزن اولیه رهاسازی بین ۳۰-۱۵ گرم و وزن متوسط برداشت حدود ۳۵۰-۲۸۰ گرم است (شکل ۲). میزان تولید قزل آلا در این سیستم پرورشی در شرایط متعارف حدود ۳ تن در هکتار می باشد (علیزاده، ۱۳۷۵).

مدیریت نسبتاً آسان پرورشی، کوتاه بودن دوره پرورش، زمان بسیار مناسب عرضه محصول به بازار، رشد عالی و کیفیت بسیار مطلوب گوشت از جمله مزایای این روش پرورش می باشد. حصول این تجارب و موفقیت ها باعث گردید تا امکان حضور بخش خصوصی جهت فعالیت در این زمینه فراهم گردد بطوریکه در حال حاضر بیش از ۲۰۰ هکتار از اراضی شور حاشیه دشتهای کم ارتفاع کویری در قالب ۲۰ واحد پرورشی با ظرفیت کل ۳۰۰ تن در سال به متقاضیان واگذار گردیده که تاکنون ۱۲ واحد از آنها به بهره برداری رسیده است (شیلات استان یزد، ۱۳۷۸). با توجه به وجود شرایط مشابه استان یزد در اکثر مناطق کشور و گستردگی منابع آبهای لب شور و شور داخلی به نظر می رسد ارائه این تکنیک راهکار مناسبی جهت بهره برداری مناسب از اینگونه منابع آبی و توسعه آبی پروری در آبهای داخلی کشور باشد.

#### ۴- ضرورت انجام تحقیقات

بدون شک توسعه پایدار در مورد هرگونه فعالیت تولیدی منوط به انجام تحقیقات گسترده مربوط به آن می باشد. با توجه به معرفی یک روش بهره برداری جدید از نوع خاصی از منابع آب و خاک، ضرورت تحقیقات منسجم به منظور بهینه کردن تولید و سایر موضوعات مرتبط اجتناب ناپذیر است. هرچند پرورش قزل آلا نتایج اولیه خوبی داشته است ولی پرورش این گونه فقط ۴-۵ ماه از



شکل ۱- نمایی از استخرهای خاکی پرورش قزل آلا، ایستگاه تحقیقاتی بافق - یزد.



شکل ۲- ماهیان قزل آلا، پرورش یافته در استخرهای خاکی آب شور، ایستگاه تحقیقاتی بافق - یزد.

فصول سرد سال را به خود اختصاص داده و استخرها در بقیه مدت سال بلااستفاده‌اند بنابراین می‌توان علاوه بر تحقیق بر روی موضوعات مرتبط با پرورش قزل‌آلا در آب شور به عنوان یک اولویت، سایر گونه‌های آبزی شورپسند را که مناسب پرورش در ماههای گرم سال باشند مورد مطالعه و بررسی قرار داد. بطور کلی هر گونه آبزی برای سازگاری و رشد در یک محیط جدید، توانایی‌های خاصی داشته و نیازهای خاصی را نیز طلب می‌کند که شناخت آنها اهمیت خاصی دارد. از جمله این موارد می‌توان به احتیاجات غذایی یک گونه آبزی در شرایط پرورشی جدید اشاره نمود. برداشت اولیه این است که نیاز غذایی یک گونه آبزی در آب لب‌شور با آنچه در آب شیرین بدست آمده متفاوت باشد و این ایده محقق را وادار می‌کند تا موضوع فوق را مورد بررسی قرار دهد. برای مثال در تحقیق حاضر به این پرسش پاسخ داده شده است که احتیاجات غذایی اساسی قزل‌آلا در آب لب‌شور به منظور بهترین رشد چیست و با توجه به مطالعات انجام شده قبلی در زمینه تغذیه این ماهی در آب شیرین چه تفاوتی در این رابطه وجود دارد. بهرحال با توجه به اهمیت تحقیقات در این عرصه و تأسیس یک ایستگاه ویژه تحقیقاتی امید است گامهای مؤثری در راستای اهداف تعیین شده برداشته شود.

## ۵- مروری بر منابع

### ۵-۱- احتیاجات پروتئینی قزل‌آلا

اسیدهای آمینه اجزاء ساختمانی پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند. ده نوع از این اسیدهای آمینه شامل آرژنین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لایزین، متیونین، فنیل‌آلانین، ترئونین، تریپتوفان و والین ضروری هستند چون ماهیها قادر به ساخت آنها در بدن خود نبوده و لذا باید از طریق خوردن غذا بدست آورند، در حالیکه تعداد دیگری از اسیدهای آمینه شامل آلانین، اسید آسپارتیک، سیستین، اسید گلوتامیک، گلیسین، پرولین، سرین و تیروزین برای رشد ماهیها ضروری هستند. در صورتیکه جیره‌های غذایی ماهیان آزاد و قزل‌آلا فاقد هر یک از اسید آمینه‌های ضروری باشد، توقف رشد را به همراه دارد (NRC, 1981).

جدول ۱ احتیاجات اسیدهای آمینه ضروری ماهیان گوشتخوار (از جمله آزادماهیان) را در سطوح مختلف پروتئین نشان می‌دهد. ارزیابی اطلاعات بدست آمده توسط Ogino (1980a) نشان می‌دهد که هیچگونه اختلافی بین مقادیر نسبی هریک از اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز در جیره و مقادیر نسبی همان اسیدهای آمینه ضروری موجود در لاشه ماهی وجود ندارد (Tacon, 1990).

بطور کلی احتیاجات اسید آمینه‌های گونه‌های مختلف ماهی از طریق آزمایشات رشد و تغذیه با استفاده از جیره‌های تعریف شده شیمیایی تعیین می‌گردد. استفاده از جیره‌های آزمایشی کم انرژی ممکن است باعث بروز اشتباهاتی در برآورد نیاز اسیدهای آمینه شود چون در این صورت رشد ماهی نسبت به مقدار اپتیمم آن کمتر می‌شود (Goddard, 1996). نیاز اسید آمینه‌های گونه‌های مختلف ماهی ممکن است شبیه‌تر از مقادیر ارائه شده در مقالات و گزارشات باشد (Cowey, 1994). آزمایشاتی که در تغذیه مراحل لاروی، انگشت‌قندی و یک سالگی آزادماهیان و قزل‌آلا انجام گرفته مشخص نموده که نیاز پروتئینی این ماهیها در مراحل لاروی حداکثر بوده و با افزایش اندازه مقدار آن کاهش می‌یابد (Wilson & Halver, 1986؛ Steffens, 1989). این نیاز در دمای محیطی استاندارد (SET) در مراحل لاروی حدود ۵۰٪، در ۸-۶ هفتگی حدود ۴۰٪ و در یکسالگی حدود ۳۵٪ از جیره را شامل می‌شود (NRC, 1981).

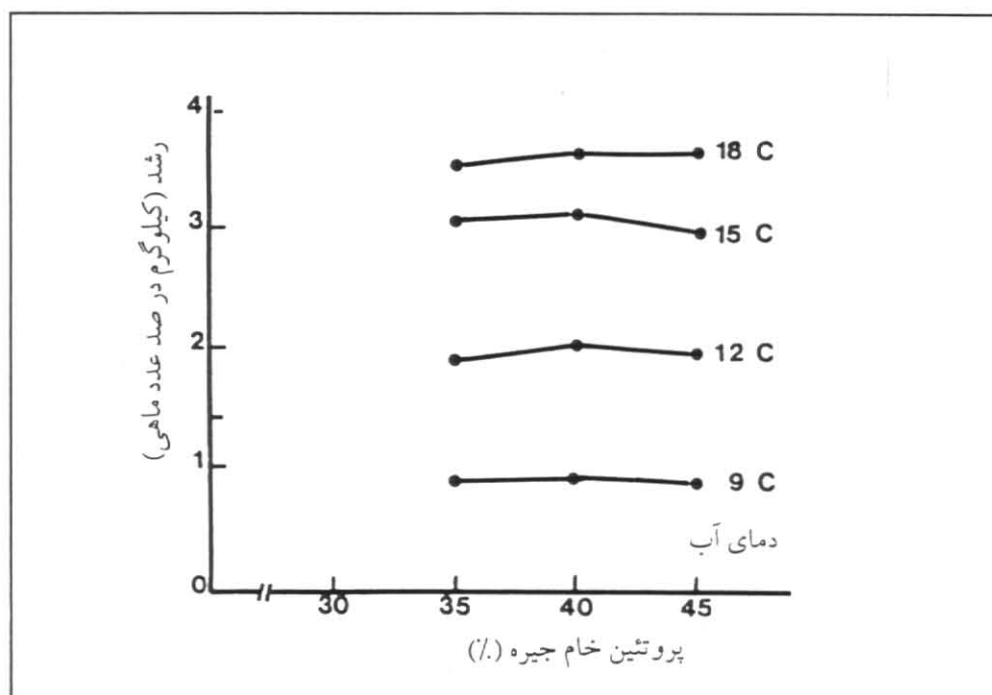
Delong و همکاران (1958) گزارش نمودند که ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) برای حداکثر رشد در دمای  $7^{\circ}\text{C}$  به ۴۰٪ پروتئین نیاز دارد ولی همین ماهی در دمای  $15^{\circ}\text{C}$  نیاز به ۵۰٪ پروتئین دارد. فعالیت پروتئازی ویژه در زوائد پیلوریک قزل‌آلای رنگین‌کمان به درجه حرارت آب و کیفیت خوراک بستگی داشته و مقدار آن هم در دمای  $11^{\circ}\text{C}$  و هم  $18^{\circ}\text{C}$  در مورد ماهی تغذیه شده از جیره پرپروتئین نسبت به ماهی تغذیه شده از جیره کم پروتئین بیشتر است (Plantikow, 1982). بنابراین می‌توان چنین استدلال نمود که نیاز پروتئینی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دمای آب  $9^{\circ}\text{C}$  تا  $18^{\circ}\text{C}$  از ۳۵٪ تغییر نکند همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است (NRC, 1981).

جدول ۱- نیازهای اسیدآمینة ضروری ماهیان گوشتخوار در سطوح مختلف پروتئین

الگوی اسیدآمینة لاشه (درصد) *	سطوح پروتئین (درصد)			اسیدآمینة ضروری
	۴۵	۴۰	۳۵	
۱۲/۳	۱/۹۴	۱/۷۲	۱/۵۱	آرژنین
۵/۲	۰/۸۲	۰/۷۳	۰/۶۴	هیستیدین
۸	۱/۲۶	۱/۱۲	۰/۹۸	ایزولوسین
۱۴/۶	۲/۳۰	۲/۰۴	۱/۷۹	لوسین
۱۶/۹	۲/۶۶	۲/۳۷	۲/۰۷	لایزین
۵/۵	۰/۸۷	۰/۷۷	۰/۶۷	متیونین
۸/۳	۱/۳۱	۱/۱۶	۱/۰۲	فنیل آلانین
۶/۶	۱/۰۴	۰/۹۲	۰/۸۱	تیروزین
۹/۲	۱/۴۵	۱/۲۹	۱/۱۳	ترئونین
۹/۵	۱/۵۰	۱/۳۳	۱/۱۶	والین

منبع: Tacan, 1990.

(\*) الگوی اسیدآمینة ضروری لاشه ماهی کامل (Wilson & Cowey, 1985)



شکل ۳- تأثیر دمای آب و سطوح پروتئین بر روی رشد قزل آلاي رنگين کمان (NRC, ۱۹۸۱).





بطور کلی همانطور که Brett (1979) اشاره نموده است، می توان چنین استنباط نمود که فعالیت

تغذیه ای و عملکرد هضم و رشد ماهی همراه با افزایش درجه حرارت زیادتر می شود. نتیجه اینکه نرخ رشد ممکن است بدون افزایش سطح پروتئین جیره غذایی افزایش یابد چون نیاز مطلق بیشتر قزل آلا در دماهای بالا از طریق مصرف بیشتر جیره های کم پروتئین جبران می شود. با تأمین نیاز پروتئینی ماهیها برای حداکثر رشد می توان با استفاده از چربی و کربوهیدرات قابل هضم از مازاد مصرف پروتئینی در جیره های غذایی صرفه جویی نمود (NRC, 1981).

مقدار پروتئین جیره ماهی قزل آلا را می توان از طریق اقداماتی نظیر تنظیم دقیق اسیدهای آمینه جیره غذایی و همچنین در نظر گرفتن منبع انرژی مناسب کاهش داد بدون اینکه عملکرد رشد تحت تأثیر قرار گیرد (Murai, 1992). نقش استفاده از چربی به منظور صرفه جویی در مصرف پروتئین جیره غذایی کاملاً اثبات گردیده است (Takeuchi و همکاران، 1978a). Luquet (1971) گزارش نمود که اگر جیره غذایی قزل آلا حاوی پروتئین با کیفیت بالا و مقدار کافی اسید آمینه های ضروری باشد، ۳۰٪ پروتئین برای رشد مطلوب این ماهی کافی است و مقدار بیشتر پروتئین تأثیری در بهبود عملکرد آن ندارد. Kim و همکاران (1984) معتقدند که اگر اسیدهای آمینه غیر ضروری به عنوان یک منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرند، بیش از ۲۵٪ پروتئین در جیره غذایی جهت ساخت پروتئین در بدن قزل آلا مورد نیاز نیست. هرچند Hughes (1985) گزارش نمود که اسید گلوتامیک نسبت به گلايسين یک منبع انرژی مؤثرتری است ولی به منظور روشن شدن بیشتر نقش اسیدهای آمینه غیر ضروری مطالعات بیشتری مورد نیاز است.

بطور کلی جیره طبیعی و تجارتي آزاد ماهیان شامل مقدار قابل توجهی پروتئین است که بخشی از آن صرفاً جهت تولید انرژی به مصرف می رسد. منابع انرژی را می توان بصورت ارزانتر با استفاده از چربی و کربوهیدرات تأمین نمود. بنابراین از لحاظ اقتصادی بهتر است که مقدار پروتئین جیره غذایی کمتر شود. انجام این کار در صورتی امکان پذیر است که علم و آگاهی بیشتری در خصوص نیازهای پروتئینی ماهی وجود داشته باشد (Austreng & Refstie, 1979).

هرچند مطالعات متعددی در مورد نیازهای غذایی آزادماهیان بخصوص قزل آلا انجام شده ولی نتایج حاصله تفاوت‌های زیادی دارند. این تفاوتها ممکن است ناشی از تعریفهای متنوع نیازهای پروتئینی باشد. نیاز پروتئینی می‌تواند به عنوان مقدار پروتئین مورد استفاده جهت:

الف) حداکثر رشد

ب) حداکثر سود اقتصادی

پ) حداکثر جذب یا ذخیره پروتئین

تعریف شود. بعلاوه نیاز پروتئینی با توجه به شرایط آزمایش نظیر مقدار اسیدهای آمینه (Ogino, 1980a و Cowey, 1994)، قابلیت جذب پروتئین، نسبت پروتئین به انرژی (Golbrandsen و Utne, 1977؛ Oliva-Teles و Kaushik, 1989؛ Gomes, 1991)، کیفیت آب، دمای آب (Choubert و همکاران، 1982)، شوری آب (Zeitoun و همکاران، 1973)، اندازه ماهی (Satia, 1974)، سن و گونه ماهی تغییر خواهد کرد.

## ۲-۵- احتیاجات چربی قزل آلا

چربی‌ها منبع اسیدهای چرب در خوراک آبزیان بوده و ضمن تأمین انرژی مورد نیاز، حاوی فسفولیپیدهای غذایی هستند که به عنوان اجزاء ساختمانی غشاءهای زنده نقش حیاتی دارند. چربی‌ها همچنین به عنوان حامل‌های بیولوژیک در جذب املاح غذایی نظیر ویتامین‌های A، D، E، K و رنگدانه‌های طبیعی یا مصنوعی مؤثرند. از دیگر مواد موجود در چربی‌ها استرولها هستند که وظایف بیولوژیک وسیعی داشته و در ساخت برخی ویتامینها و هورمونها نقش دارند (Goddard, 1996).

با توجه به تنوع بسیار زیاد چربی‌های طبیعی یافت شده در زنجیره غذایی اکوسیستمهای آبی شور و شیرین، احتیاجات چربی گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی متفاوت است. در مورد کمیت، کیفیت و انواع چربی‌های مناسب جهت تغذیه ماهیان سردآبی گزارشات متعددی وجود دارد (NRC, 1993). تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که چربی یک منبع مؤثر تولید انرژی در ماهیان

سردابی می باشد (Takeuchi و همکاران، 1978a.b.c، NRC، 1981، Tacon، 1990، NRC، 1993).

پروتئین مازاد بر نیاز رشد و نگهداری جهت تولید انرژی مورد مصرف قرار می گیرد بنابراین می توان این مقدار پروتئین را با استفاده کردن مقدار بیشتری چربی در جیره غذایی جایگزین نمود.

اطلاعات حاصل از چندین تحقیق بر روی چند گونه ماهی سردابی نشان داده است که اضافه کردن ۲۰-۱۰٪ چربی به جیره غذایی بهترین نتیجه را به همراه داشته است. سطوح بیشتر چربی ممکن است در متابولیسم اختلالی ایجاد نکند ولی از طریق ذخیره شدن در بافتها سبب تغییر ترکیب لاشه می شود (NRC، 1981). همچنین Takeuchi و همکاران (1978a) و Reinitz و همکاران (1978) دریافتند که افزایش سطوح چربی جیره غذایی سبب افزایش چربی کل بدن شده و کاهش درصد چربی جیره، کاهش درصد پروتئین بدن را به همراه دارد.

تحقیقات متعدد نشان داده است که تأمین انرژی کافی از طریق چربی در جیره غذایی، استفاده از پروتئین به عنوان یک منبع انرژی را به حداقل می رساند (NRC، 1981؛ Kim و همکاران، 1988؛ Leonardi و همکاران، 1991؛ NRC، 1993؛ Luzzana و همکاران، 1994).

Takeuchi و همکاران (1978a) قزل آلا را با جیره های غذایی دارای ۲۰-۵٪ چربی و ۴۸-۱۶٪ پروتئین مورد تغذیه قرار دادند. با افزایش انرژی در هر سطح پروتئین میزان رشد و تبدیل غذا بهبود یافت و بهترین نتیجه در استفاده از جیره دارای ۳۵٪ پروتئین و ۲۰-۱۵٪ چربی بدست آمد. استفاده از جیره های غذایی دارای چربی بیشتر و یا پروتئین کمتر، افزایش جذب پروتئین در بدن را به همراه دارد. بنابراین افزایش سطوح چربی غذایی، بازدهی پروتئین مصرف شده را بیشتر می کند بطوریکه در نظر گرفتن بیش از ۱۰٪ چربی در جیره غذایی قزل آلا به منظور افزایش جذب پروتئین مصرف شده ضروری است. Takiuchi و همکاران (1978a) معتقدند که نسبت پروتئین به چربی (P/L) در جیره غذایی قزل آلا رنگین کمان ۳۵٪ پروتئین به ۲۰-۱۵٪ چربی است.

در تحقیقی که توسط Luzzana و همکاران (1994) انجام شد، ماهیان قزل آلا با جیره های محتوی ۸/۴ درصد، ۱۱/۱ درصد و ۲۰/۷ درصد روغن ماهی مورد تغذیه قرار گرفتند. نتیجه اینکه شاخص

وضعیت یا ضریب چاقی در مورد ماهیان تغذیه شده از جیره محتوی ۲۰/۷ درصد روغن نسبت به دو جیره دیگر بیشتر بوده و باهم اختلاف معنی داری داشتند ( $P < 0.05$ ).

همچنین kim و همکاران (1988) ماهیان قزل‌آلای ۴۶ گرمی را با سه سطح چربی ۹، ۱۴ و ۲۱ درصد و سه سطح پروتئین ۳۱، ۳۸ و ۴۴ درصد تغذیه نمودند. بهترین عملکرد رشد مربوط به جیره دارای نسبت چربی به پروتئین ۵۵/۰ ( $\frac{21}{38}$ ) بود. به عبارت دیگر کاربرد جیره کم پروتئین (۳۸٪) و پرچربی (۲۱٪) سبب صرفه‌جویی در مصرف پروتئین و استفاده بهینه از آن در جهت تأمین حداکثر رشد گردید.

در تحقیق دیگر دو سطح پروتئین ۴۰ و ۵۰ درصد و دو سطح چربی ۱۲ و ۱۸ درصد جهت تغذیه قزل‌آلا در قفس در دریا مورد استفاده قرار گرفت. تأثیر سطوح پروتئین بر روی رشد قزل‌آلا معنی دار نبود در حالیکه سطوح چربی تأثیر قابل ملاحظه‌ای گذاشته و بیشترین رشد در سطح چربی ۱۸٪ حاصل گردید (Metailer و همکاران، 1989).

نتایج حاصل از چندین تحقیق بر روی ماهیان سردآبی ثابت نموده است که در صورت استفاده ترکیبی از روغن‌های حیوانی، گیاهی و ماهی به عنوان منبع چربی جیره غذایی، تراکم انرژی جیره را می‌توان افزایش داد بدون آنکه بر روی بازدهی مصرف جیره، رشد و بازماندگی ماهی تأثیر منفی ایجاد کند (Hardy و همکاران، 1980؛ NRC، 1981). از آنجا که روغن ماهیان دریایی از لحاظ اسیدهای چرب گروه  $\omega 3$  غنی و از لحاظ اسیدهای چرب گروه  $\omega 6$  فقیر می‌باشند لذا ترکیب این روغن‌ها می‌تواند مناسبترین منبع چربی در جیره غذایی ماهیان سردآبی باشد.

با توجه به اطلاعات موجود، ماهیان سردآبی توانایی محدودی جهت ساخت اسیدهای چرب گروه  $\omega 3$  و  $\omega 6$  دارند بنابراین منابع کافی اسیدهای چرب  $\omega 3$  و  $\omega 6$  بایستی در جیره غذایی این ماهیها در نظر گرفته شود. تحقیقات تغذیه‌ای ماهی اثبات نموده است که اسیدهای چرب گروه  $\omega 3$  جهت حفظ سلامتی و تحریک رشد سریع قزل‌آلای رنگین‌کمان ضروری است (NRC، 1981؛ NRC، 1993). تغذیه قزل‌آلا با استفاده از جیره‌های محتوی سطوح مختلف اسیدهای چرب  $\omega 3$  و  $\omega 6$ ، رشد

این ماهی را در جیره‌های: ۱- فاقد اسید چرب  $\omega 3$  ۲- مقدار زیاد اسید چرب  $\omega 6$  و مقدار کم اسید چرب  $\omega 3$  ۳- مقدار زیاد هر دو اسیدهای چرب  $\omega 3$  و  $\omega 6$ ، کاهش داد در حالیکه رشد سریع قزل‌آلا با استفاده از جیره محتوی مقدار زیاد اسید چرب  $\omega 3$  و همچنین جیره دارای نسبت بالای  $\frac{\omega 3}{\omega 6}$  بدست آمد (Yu & Sinnhuber, 1975).

### ۳-۵- احتیاجات کربوهیدرات قزل‌آلا

کربوهیدراتها ارزانه‌ترین منبع تولید انرژی برای ماهیان هستند. هرچند کربوهیدراتها در واکنشهای بیوشیمیایی بدن نقش مهمی داشته و سنتز آنها در بدن ماهی از چربیها و پروتئینهای غذایی صورت می‌گیرد ولی هیچگونه نیاز ضروری به این گروه از مواد غذایی در مورد ماهیها مشخص نگردیده است (Goddard, 1996). علیرغم اهمیت کربوهیدراتها و نقش حیاتی آنها در بدن، ماهیها می‌توانند با استفاده از جیره‌های بدون کربوهیدرات رشد نمایند (Cowey & Wilson, 1994).

کربوهیدرات ممکن است عملکردی همچون یک منبع فوری انرژی (NRC, 1981)، ذخیره شدن سریع انرژی بصورت گلیکوژن در کبد و عضله (Brauge و همکاران، 1995) و ذخیره طولانی مدت انرژی به هنگام تبدیل شدن به چربی در بدن ماهی داشته باشد. کربوهیدراتها همچنین به عنوان یک عامل همبند در خوراکهای پلت شده عمل نموده و هزینه ساخت جیره‌های غذایی را کاهش می‌دهند.

ارزش غذایی کربوهیدرات در بین ماهیها متفاوت است. آبزیان آب شیرین و گرمابی نسبت به آبزیان دریایی و سردآبی توانایی بیشتری در مصرف کربوهیدرات غذایی دارند. این اختلاف ممکن است مربوط به فعالیت کم آمیلاز روده‌ای در آبزیان گروه دوم باشد (Wilson, 1994).

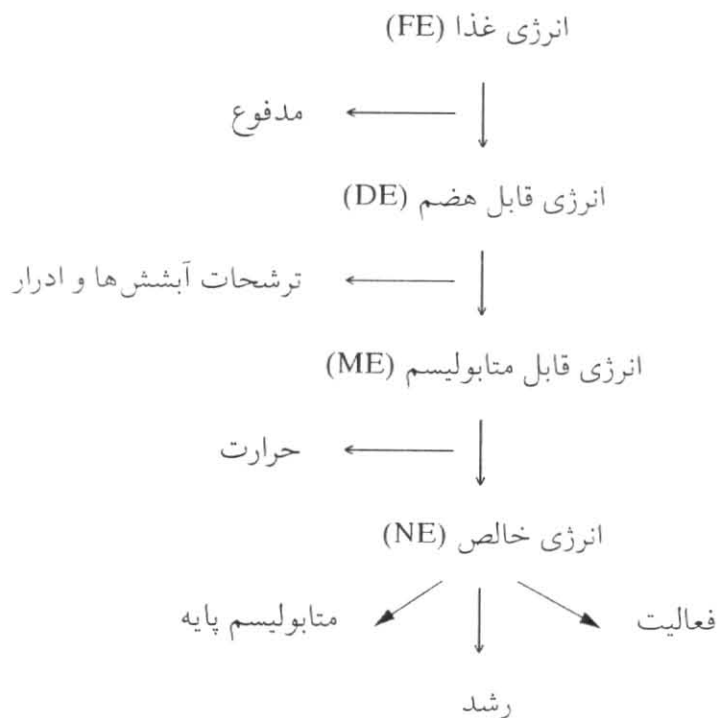
استفاده از کربوهیدرات در جیره غذایی ماهیان پرورشی از دهه ۸۰ به بعد بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Bergot و Breque، 1983؛ Medale و همکاران، 1991؛ Soengas و همکاران، 1991، 1993). افزایش قابلیت هضم کربوهیدرات مصرف شده سبب بالا رفتن غلظت گلوکز پلاسما در قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود (Bergot, 1979a.b.c). وی دریافت که میزان کربوهیدرات جیره ماهی

آزاد را می‌توان از ۱۵٪ به ۳۰٪ افزایش داد بدون آنکه تأثیر منفی بر روی رشد ماهی ایجاد شود. همچنین طبق تحقیق وی یک جیره دارای ۴۵٪ پروتئین و ۳۰٪ گلوکز بهترین میزان رشد، تبدیل غذا و بازدهی پروتئین را به همراه داشت در حالیکه جیره دارای ۳۰٪ پروتئین و ۳۰٪ گلوکز بر روی رشد و تبدیل غذا تأثیر منفی ایجاد نمود. مشخص گردیده که نشاسته ژلاتینه شده نمی‌تواند نقش جایگزینی بخشی از پروتئین غذایی و صرفه‌جویی در مصرف آن را در قزل‌آلا ایفا نماید (Kaushik & Oliva-Teles 1985). مطالعات اخیر نشان داده است که ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده از سطوح بالای کربوهیدرات قابل هضم (۲۴/۴ درصد ماده خشک) و سطوح پایین کربوهیدرات قابل هضم (۸ درصد ماده خشک) در سطح پروتئین و انرژی یکسان رشد مشابهی داشتند (Brauge و همکاران، ۱۹۹۴).

مطالعات انجام شده بر روی قزل‌آلا نشان داده که استفاده از نشاسته یا دکستروز تا سطح ۲۵٪ جیره به عنوان یک منبع تولید انرژی بسیار مؤثر بوده است (Ringrose, 1971؛ Lee و Putnam, 1973). نقش جایگزینی بخشی از پروتئین بوسیله کربوهیدرات در جیره‌های غذایی آزادماهیان مورد بررسی قرار گرفته است (NRC, 1981). Buhler و Halver (1961) ماهی آزاد چینوک را با استفاده از جیره‌های دارای مقدار ثابت پروتئین (۳۷/۵٪) و ۴۸٪ دکستروز مورد تغذیه قرار دادند. میزان رشد با افزایش دکستروز تا سطح ۲۰٪ بیشتر شد. افزایش بیشتر مقدار دکستروز تأثیر کمی بر روی رشد داشت. حداکثر مقدار نسبت بازدهی پروتئین (PER) با استفاده از جیره‌های حاوی ۲۰-۳۰٪ دکستروز بیانگر آن بود که با استفاده از چنین جیره‌هایی، پروتئین کمتری جهت تولید انرژی مورد مصرف قرار می‌گیرد. در تحقیقی که توسط Ogino و همکاران (1976) بر روی قزل‌آلا انجام گرفت مشخص گردید که اگر انرژی جیره بر مبنای چربی و کربوهیدرات تنظیم شود قزل‌آلا برای حداکثر رشد به ۳۵-۳۰٪ پروتئین نیاز خواهد داشت و چنانچه تنها از کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی استفاده شود، نیاز پروتئینی ماهی به ۴۰٪ افزایش می‌یابد.

#### ۴-۵-۱ احتیاجات انرژی قزل آلا

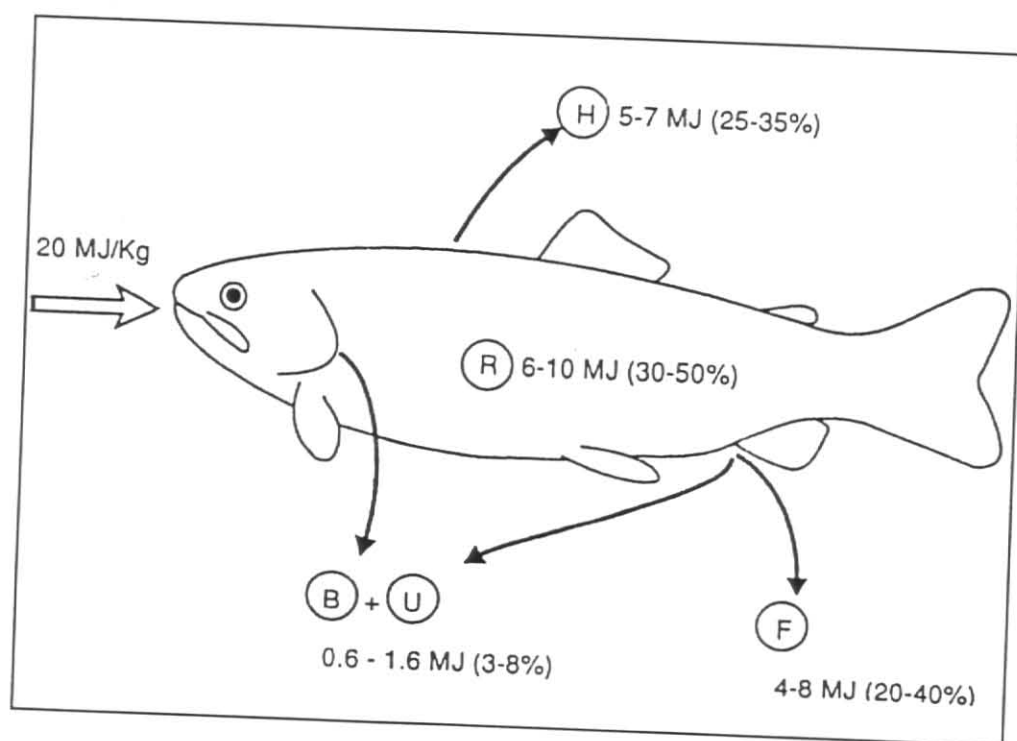
از کل انرژی موجود در خوراک، بخشی جهت تأمین رشد و انجام فعالیتهای متابولیکی ضروری در اختیار ماهی قرار گرفته و بقیه بصورت غذای خورده نشده یا هضم نشده و یا از طریق حرارت و فرآوردههای دفعی از دسترس ماهی خارج می شود. شکل ۴ سیر انرژی در بدن ماهی را نشان می دهد. بیشترین مقدار انرژی دفع شده مربوط به غذای هضم نشده و کمترین آن مربوط به ترشح آمونیاک و ادرار می باشد.



شکل ۴ - سیر انرژی در بدن ماهی

انرژی قابل متابولیسم به عنوان یک ملاک مهم در تنظیم جیره های غذایی برای دامهای پرورشی نظیر خوک و مرغ می باشد چون تعیین آن در مورد این حیوانات نسبتاً آسان است ولی در مورد ماهی تعیین انرژی قابل هضم بسیار مشکل است چون مدفوع، آمونیاک و ادرار به داخل آب رها می شوند. انجام این کار از طریق محبوس کردن ماهی در یک محفظه متابولیسم و تغذیه آنها در شرایط کنترل

شده و اندازه‌گیری ضایعات دفعی آنها قابل انجام می‌باشد. هرچند از طریق انجام مطالعات آزمایشگاهی انرژی قابل هضم تعدادی از مواد غذایی در مورد قزل‌آلای رنگین‌کمان تعیین شده است ولی این روش کاربرد وسیعی نداشته است. بنابراین به منظور تنظیم جیره‌های غذایی برای ماهیها و میگو، از انرژی قابل هضم بجای انرژی قابل متابولیسم استفاده می‌شود (Goddard, 1996). انرژی قابل هضم هم در ماهیها و هم میگوها با استفاده از انواع روشهای اندازه‌گیری مقدار انرژی نسبی غذای خورده شده و مدفوع تعیین شده است. استفاده از انرژی قابل هضم توسط متخصصین تغذیه ماهی در تنظیم جیره غذایی آبزیان را نمی‌توان به عنوان یک محدودیت مهم قلمداد کرد چون مقدار دفع انرژی از طریق آبشش‌ها و کلیه در مقایسه با دفع انرژی از طریق هضم، کم و قابل اغماض است (شکل ۵).



شکل ۵ - سیر انرژی در قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده از جیره دارای انرژی 20 MJ/kg (Cho و Kaushik, ۱۹۹۰)

انرژی باقیمانده در بدن = R؛ افت انرژی بوسیله حرارت = H؛ افت انرژی از ادرار و آبششها = B+U؛ افت انرژی از مدفوع = F

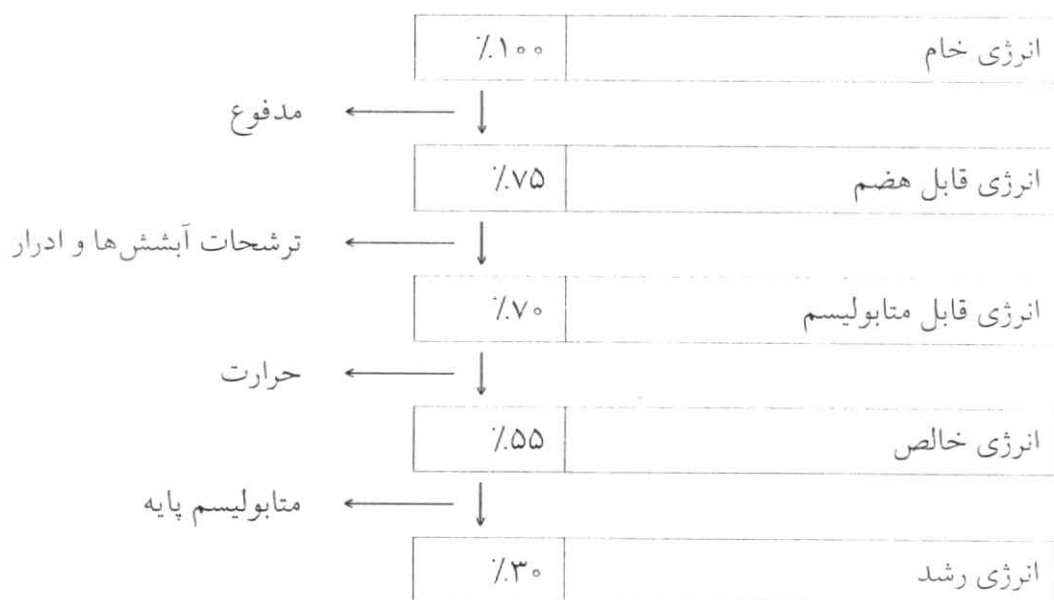


Brett و Groves (1979) از طریق تجزیه اطلاعات بدست آمده توسط خودشان و سایر مطالعات منتشر شده، شاخصهای عمومی مصرف انرژی توسط ماهیان گوشتخوار را بصورت معادله زیر محاسبه نمودند:

$$100I = 44M + 29G + 27E$$

I = انرژی مصرف شده      M = متابولیسم      G = رشد      E = ترشح

Luquet (1982) نیز سیر مصرف انرژی غذایی در آزادماهیان را طی شکل ۶ ارائه نموده است



شکل ۶ - سیر مصرف انرژی غذایی در آزادماهیان.

همچنین Goddard (1996) مقدار انرژی کل و انرژی قابل هضم مواد غذایی خوراک آبزیان را بشرح جدول ۲ ارائه نموده است.

Pike و Brown (1967) معتقدند که انرژی جیره را می توان با در نظر گرفتن مقدار پروتئین، چربی و کربوهیدرات و براساس ارزش سوخت فیزیولوژیک استاندارد (PFV) یعنی ۴، ۹ و ۴ کیلوکالری بر گرم به ترتیب در مورد پروتئین، چربی و کربوهیدرات محاسبه و تنظیم نمود.

جدول ۲- مقدار انرژی مواد غذایی خوراک

انرژی قابل هضم Kcal/Kg	انرژی خام Kcal/Kg	نوع ماده غذایی
۳/۹	۴/۶۵	پروتئین
۸	۹/۴۵	چربی
۱/۶-۴	۴/۱	کربوهیدرات

## فصل دوم - مواد و روشها

### ۱- زمان انجام تحقیق

عملیات اجرایی این تحقیق از فروردین ۱۳۷۸ شروع شد. کارهای مربوط به این طراحی و آماده سازی مکان، تهیه و ذخیره سازی بچه ماهی مورد نیاز، تهیه مواد اولیه غذایی و ساخت جیره های آزمایشی تا نیمه دی ماه ۱۳۷۸ به اتمام رسید. مرحله اصلی طرح شامل تغذیه ماهیها با جیره های آزمایشی از ۱۳۷۸/۱۰/۳۰ شروع و در تاریخ ۱۳۷۹/۱/۳۱ به اتمام رسید.

### ۲- طراحی و آماده سازی مکان تحقیق

#### ۲-۱- موقعیت کلی محل اجرای طرح

محل اجرای طرح، ایستگاه تحقیقاتی شیلاتی آبهای شور داخلی بافق بود. این ایستگاه در سال ۱۳۷۰ با هدف مطالعه و تحقیق بر روی آبزیان پرورشی لب شورپسند جهت بررسی امکان پرورش آنها با استفاده از آبهای لب شور و شور داخلی ایجاد گردید. ایستگاه فوق در کیلومتر ۱۰۰ جاده یزد-باقق و در حومه شهرستان بافق واقع گردیده و مساحت کل آن یکصد هکتار است. در این ناحیه عمق سطح ایستایی حدود ۲/۵-۳ متر است. وجود یک رودخانه فصلی در این منطقه زهکشی اراضی اطراف را امکان پذیر کرده است. حداکثر درجه حرارت هوا  $48^{\circ}\text{C}$ ، حداقل  $7^{\circ}\text{C}$  و متوسط آن حدود  $20^{\circ}\text{C}$  است. متوسط بارندگی سالیانه کمتر از ۱۰۰ میلی متر و متوسط تبخیر سالیانه حدود ۴۰۰۰ میلی متر است. پوشش گیاهی غالب آن درختچه های گز و تاغ می باشد. از جمله امکانات ایستگاه مذکور پنج هکتار استخر خاکی در اندازه های مختلف، شبکه برق سراسری و دو حلقه چاه نیمه عمیق با آبدهی بیش از ۷۰ لیتر در ثانیه می باشد.

## ۲-۲-۱ احداث سوله

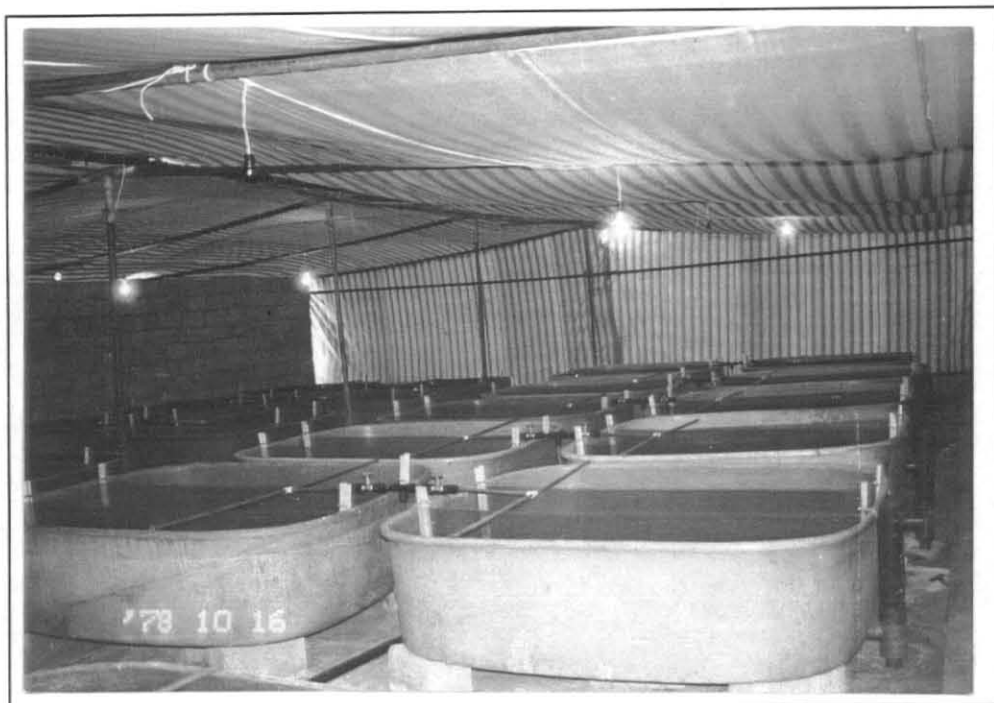
به منظور اجرای این تحقیق در فضای سرپوشیده، یک سوله صحرایی به مساحت ۱۵۰ متر مربع با دیواره بلوکی، کف بتنی و سقف چادری احداث گردید و سپس تعداد ۹ حوضچه فایبرگلاس ۲ متر مکعبی با ابعاد  $2m \times 2m \times 0.55m$  در نیمی از مساحت (بقیه مساحت سوله جهت اجرای یک پایان نامه تحصیلی دیگر اختصاص یافت) آن مستقر شد. هر یک از حوضچه‌های موجود به یک تیمار تعلق گرفت و سپس با استفاده از توری پلی اتیلن مخصوص با دقت به ۳ قسمت مساوی تقسیم شد تا امکان ۳ تکرار مربوط به هر یک از تیمارها در داخل هر حوضچه فراهم گردد (شکل‌های ۷ و ۸).

ورود آب به داخل سالن و سپس حوضچه‌ها از طریق یک لوله و بطور ثقلی و خروج آب از سالن نیز توسط یک کانال زهکش و بطور ثقلی انجام گرفت. همچنین با برق‌کشی سالن امکان تأمین روشنایی لازم و همچنین کنترل فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب با استفاده از دستگاه‌های دیجیتال فراهم گردید.

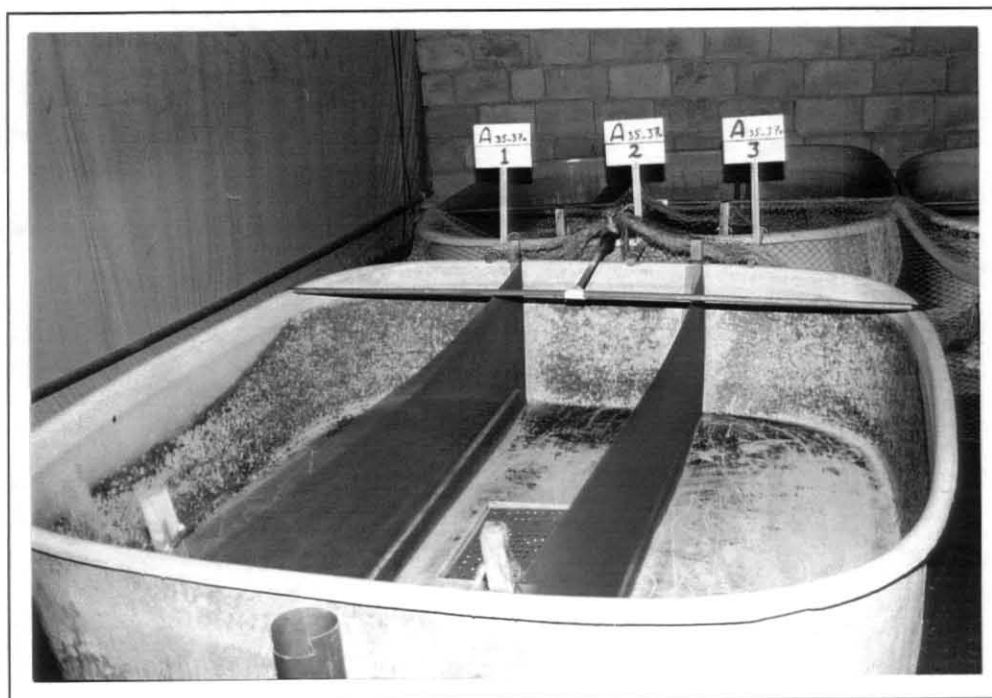
## ۲-۳-۲ تأمین آب

آب مورد نیاز طرح از طریق یکی از چاه‌های آب موجود در ایستگاه تأمین گردید. با توجه به اینکه آب چاه در ابتدا فاقد اکسیژن و همچنین از دمای بالا ( $24^{\circ}C$ ) برخوردار بود، از یک استخر خاکی نیم هکتاری به منظور کاهش دما و اکسیژن‌دار کردن آب تحت شرایط محیطی و از یک استخر بتنی ۷۰ متر مکعبی جهت کنترل شرایط آب و تأمین فشار لازم جهت حرکت ثقلی آب به سمت حوضچه‌های آزمایشی استفاده گردید (شکل‌های ۹ و ۱۰).

استخر خاکی به نحو مطلوبی اصلاح و آماده‌سازی شد و در نزدیک ورودی استخر یک سکوی سیمانی به ارتفاع حدود ۳۰ سانتیمتر بر روی بستر ایجاد گردید. سپس یک پمپ کف‌کش همراه با



شکل ۷ - نمائی از فضای داخلی سوله.



شکل ۸ - تقسیم‌بندی حوضچه‌های تحقیقاتی.



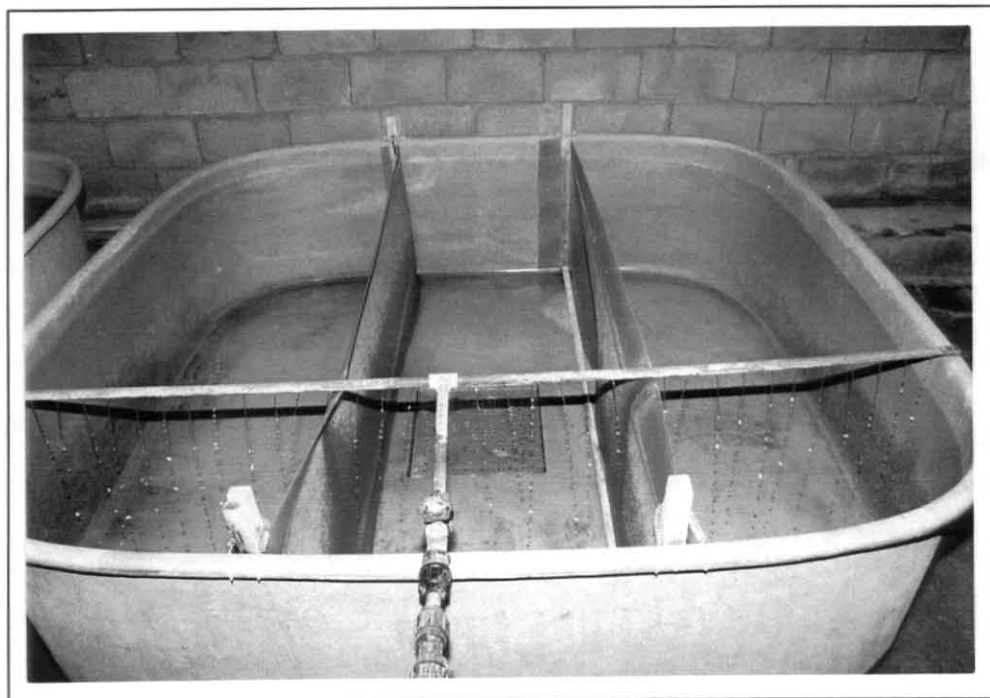
شکل ۹ - استخر خاکی ذخیره آب. دو پمپ کفکش آب مورد نیاز را از این استخر به استخرهای ذخیره بتنی منتقل می کنند.



شکل ۱۰ - استخرهای ذخیره بتنی. در این استخرها آب از نظر شرایط کیفی کنترل گردیده و بصورت ثقلی وارد

حوضچه های آزمایشی می شوند.

یک محفظه دو جداره منفذدار محتوی شن (جهت فیلتر کردن آب)<sup>۱</sup> بر روی سکو نصب گردید. این پمپ کار انتقال آب سرد شده استخر خاکی را به استخر ذخیره بتنی بعهده داشت. همچنین یک پمپ در قسمت ریزش آب چاه به استخر خاکی و در داخل یک حوضچه بتنی نصب گردید تا امکان انتقال آب گرم چاه به استخر ذخیره بتنی فراهم گردد. از طریق انتقال کنترل شده آب سرد و گرم به استخر ذخیره بتنی و مخلوط شدن آنها با یکدیگر، دمای مورد نظر آب در حد  $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$  در طول دوره پرورش تأمین گردید. آب وارد شده به استخر بتنی پس از کنترل دما (استفاده از پمپهای سرد و گرم) و اکسیژن (استفاده از یک دستگاه کمپرسور جهت هوادهی) بصورت ثقلی بوسیله یک شاخه لوله پلی اتیلن ۶۰ میلیمتری به سالن پرورش وارد و در آنجا از طریق انشعابات بعدی بطور کاملاً مساوی بین حوضچه‌های آزمایشی تقسیم شد (شکل ۱۱). ذخیره آب حوضچه بتنی در حدی بود که در صورت قطع برق به مدت حدود ۱۰ ساعت هیچگونه مشکلی برای تأمین آب حوضچه‌ها پیش نیاید.



شکل ۱۱ - نحوه تقسیم آب بین حوضچه‌های تحقیقاتی.

۱ - لازم به ذکر است که علیرغم تمهیدات در نظر گرفته شده باتوجه به اصلاح و آماده‌سازی اولیه استخر خاکی و نیز شرایط سرد فصل زمستان، آب استخر خاکی همواره تمیز بود و هیچگونه رشد و شکوفایی پلانکتونی در استخر مشاهده نشد بطوریکه بستر استخر در طول دوره پرورش همواره قابل رؤیت بود.

میزان آب مورد نیاز طرح بر اساس دستورالعمل (Cho, 1990) برآورد گردید. وی اظهار می‌دارد که در حوضچه‌های تحقیقاتی آزادماهیان در دمای استاندارد محیطی (۱۷-۱۳ درجه سانتیگراد)، به ازای ۰/۰۵ کیلوگرم توده زنده ماهی در هر لیتر آب، دو بار تعویض حجم آب در ساعت ضروری است. در این طرح با در نظر گرفتن ۶۰ عدد ماهی در هر تیمار (۲۰ عدد در هر تکرار) و انتظار وزن حداقل ۲۰۰ گرم در پایان آزمایش، مجموع بیوماس نهایی ماهی در هر یک از حوضچه‌های تحقیقاتی ۲۰۰۰ لیتری (شامل ۳ تکرار)، ۰/۰۰۶ کیلوگرم در لیتر برآورد گردید که بر اساس آن میزان تعویض آب حداقل ۲۷/۰ بار در ساعت ضروری بود. بنابراین:

$$\begin{aligned} \text{میزان تعویض آب} &= \frac{(EXH) \times \text{حجم آب حوضچه} \times (WVT)}{\epsilon_o} \\ &= \frac{2000 \times 0.27}{\epsilon_o} = 9 \text{ l/min} \end{aligned}$$

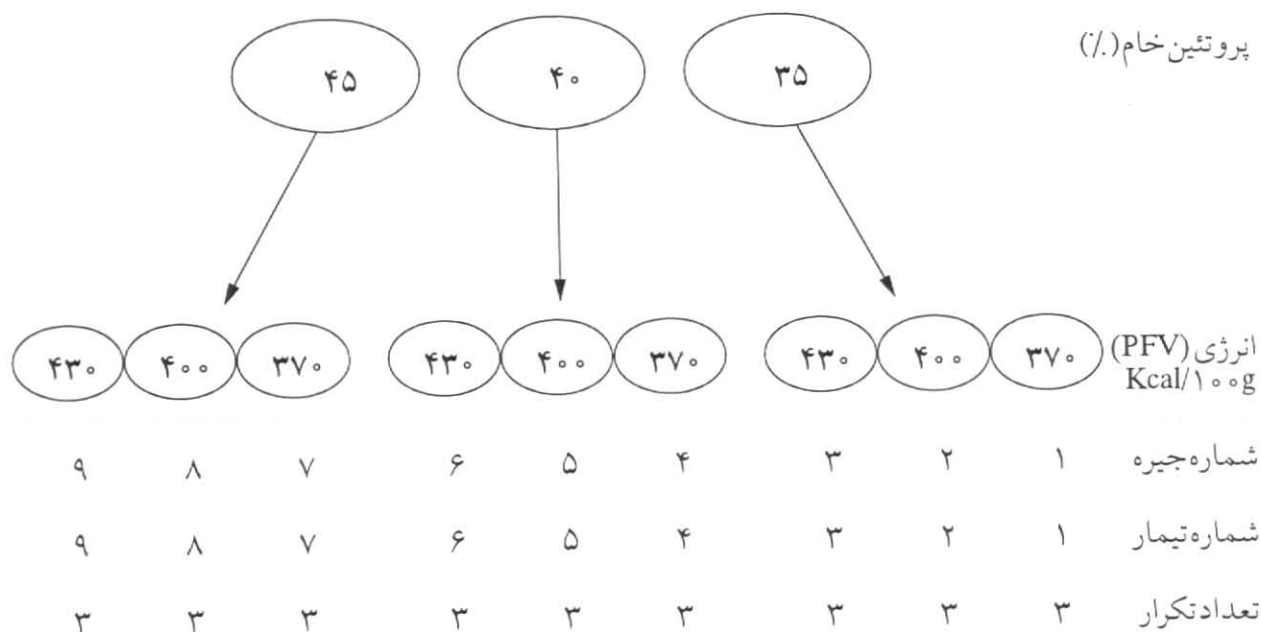
میزان آب جاری مورد نیاز طرح  $= 9 \times 9 = 81 \text{ l/min} = 1/35 \text{ l/s}$

WVT\* = Water Valume in Tank(litre)                      حجم آب حوضچه (لیتر)

EXH\* = Water Exchange rate per Hour      نرخ تعویض آب در ساعت

### ۳- شمای کلی تحقیق

برای انجام این تحقیق از ۹ جیره غذایی آزمایشی با سه سطح پروتئین (۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد) و در هر سطح پروتئین سه سطح چربی (۳۷۰، ۴۰۰ و ۴۳۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم)، در قالب طرح کامل تصادفی به روش فاکتوریل ۳×۳، در سه تکرار استفاده گردید (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ - شمای کلی تقسیم بندی تیمارها

#### ۴- ساخت جیره های غذایی آزمایشی

##### ۴-۱- تهیه مواد اولیه و تجزیه کامل آنها

به منظور تنظیم جیره های آزمایشی، نخست کلیه مواد اولیه لازم از منابع مطمئن تهیه و سپس تجزیه کامل آنها در آزمایشگاه زیاران وابسته به شرکت پشتیبانی طیور کشور انجام شد (جدول ۳). با توجه به ضرورت در اختیار داشتن پروفیل اسیدهای آمینه مواد اولیه تأمین کننده پروتئین جیره های غذایی، یک نمونه آرد ماهی کیلکا مورد استفاده جهت تجزیه اسیدهای آمینه به سازمان انرژی اتمی ایران ارسال گردید، ضمن آنکه پروفیل اسیدهای آمینه کازئین، ژلاتین و مخمر از کتاب (NRC, 1981) استخراج و مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۴).

##### ۴-۲- تنظیم جیره ها

با استفاده از نرم افزار کامپیوتری lingo و با در نظر گرفتن تجزیه کیفی مواد اولیه خوراک و نیز احتیاجات اساسی قزل آلا، تعداد ۹ جیره آزمایشی با سه سطح پروتئین ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد و در هر سطح پروتئین سه سطح انرژی ۳۷۰، ۴۰۰ و ۴۳۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم تنظیم گردید. نرم افزار



کامپیوتری مذکور با دریافت اطلاعاتی شامل: سطوح پیشنهادی هر یک از مواد اولیه در جیره، داده‌های مربوط به تجزیه هر یک از مواد اولیه یعنی رطوبت، پروتئین، انرژی، چربی، کربوهیدرات، اسیدهای آمینه ضروری، فیبر، خاکستر، کلسیم و فسفر و همچنین سطوح پیشنهادی همین فاکتورها برای جیره مورد نظر، جیره تنظیم شده نهایی را در صورت صحت داده‌های وارد شده ارائه می‌نماید. نمونه‌ای از فرمولهای تنظیم شده بوسیله نرم‌افزار lingo ضمیمه گزارش آورده شده است.

جیره‌ها بصورت نیمه خالص (Semipurified) تنظیم گردید که در آنها آرد ماهی، کازئین و ژلاتین به عنوان منبع پروتئین و دکستروز، نشاسته، روغن ماهی و روغن سویا به عنوان منبع انرژی در نظر گرفته شد. در کلیه جیره‌ها میزان پودر ماهی ثابت در نظر گرفته شد و از طریق کاربرد مقادیر مختلف کازئین و ژلاتین، سطوح پروتئین جیره‌ها به دقت تنظیم گردید. همچنین بمنظور تنظیم دقیق سطوح چربی جیره‌ها از مقادیر مختلف روغن و دکستروز استفاده گردید (جدول ۵). لازم به ذکر است که کازئین، ژلاتین و دکستروز مصرف شده در این تحقیق از نوع تجارتي (غیر آزمایشگاهی) بوده و ناخالصی‌های موجود در آنها به همین علت می‌باشد.

#### ۱-۲-۴- تنظیم انرژی جیره‌ها

از آنجا که ارزش انرژی مواد غذایی بکار رفته در این تحقیق در مورد ماهی قزل‌آلا بصورت کامل در دسترس نبوده، بنابراین سطوح انرژی جیره‌ها براساس ارزش سوخت فیزیولوژیک مقادیر پروتئین، چربی و کربوهیدرات مصرف شده در هر جیره محاسبه گردید. طبق نظرات Pike و Brown, 1967; Halver, 1976; Garling و Wilson, 1976; Nematipour و همکاران, 1992; Webster و همکاران, 1994; Catacutan و Coloso, 1996 ارزش سوخت فیزیولوژیک در مورد پروتئین، چربی و کربوهیدرات به ترتیب ۴، ۹ و ۴ کیلوکالری بر گرم بوده و یک مبنای محاسبه انرژی در جیره‌های آزمایشی می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه مواد اولیه جیره‌های غذایی آزمایشی (درصد)

آرد ماهی	کازئین	ژلاتین	دکستروز	مخمر	نشاسته	روغن ماهی و سویا
رطوبت	۹/۶۹	۵/۲۹	—	۰/۰۷	۶/۵۸	۰/۶
پروتئین	۶۶/۷۹	۸۱/۹۶	۹۷/۷۸	۰/۸۸	۳۷	—
چربی	۹/۵۶	۱/۴۸	—	—	۰/۶۹	۹۹/۴
کربوهیدرات	۲/۶۳	۹/۴۶	۱/۶۵	۹۵/۵۷	۵۱/۰۷	۸۳/۲۸
فیبر	۰/۰۵	۴/۲۵	۱/۳۵	۲/۰۲	۰/۲	—
خاکستر	۱۲/۴۸	۱/۸۱	۰/۵۷	۱/۶۲	۳/۴۶	۰/۲۹
کلسیم	۳/۳۸	۰/۶	۰/۵۲	۰/۴۳	۰/۳۷	—
فسفر	۲/۳۸	۰/۸۱	۰/۰۶	—	۰/۷۹	—

جدول ۴- پروفیل اسیدهای آمینه مواد اولیه تأمین کننده پروتئین جیره‌های غذایی (درصد)

آرد ماهی *	کازئین **	ژلاتین **	مخمر **
هیستیدین	۱/۸۹	۲/۵۹	۰/۷۶
والین	۳/۷۴	۶/۷۱	۲/۰۹
آرژینین	۴/۰۶	۳/۴۹	۶/۹۷
متیونین	۲/۰۲	۲/۸۱	۰/۷۳
ایزولوسین	۳/۰۲	۵/۷۲	۱/۳۸
لوسین	۴/۹۵	۸/۸۰	۲/۹۱
تیروزین	۲/۶۵	۴/۹۰	۰/۵۲
فنیل آلانین	۲/۷۴	۴/۸۱	۱/۷۹
لایزین	۴/۲۹	۷/۱۴	۳/۵۵
ترئونین ~	۲/۹۸	۳/۹۱	۱/۷۶

\* سازمان انرژی اتمی ایران

\*\* NRC,(1981)

جدول ۵- اجزاء غذایی جیره‌های آزمایشی بر اساس درصد وزن خشک

شماره جیره	اجزاء غذایی جیره							
	یک	دو	سه	چهار	پنج	شش	هفت	هشت
آرد ماهی	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
کازئین	۶/۳	۶/۳	۶/۳	۱۰/۲	۱۰/۲	۱۰/۲	۱۰	۱۰
ژلاتین	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۳	۳	۳	۸/۳	۸/۳
دکستروز	۱۴	۱۴	۱۴	۹/۵	۹/۵	۹/۵	۵/۲	۵/۲
روغن ماهی	۶	۸	۹/۹	۵/۵	۷/۶	۹/۵	۵/۳	۷/۳
روغن سویا	۴	۵/۳	۶/۶	۳/۸	۵	۶/۴	۳/۵	۴/۸
نشاسته	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
مخمّر	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
مخلوط ویتامینی	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
مخلوط معدنی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
همبند	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
آنتی اکسیدان	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
ویتامین C	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ضد قارچ	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
آلفاسلولز	۹/۱	۵/۷	۲/۴	۸/۴	۵	۱/۸	۸	۴/۶

### ۳-۴- ساخت جیره‌ها

پس از تهیه مواد اولیه غذایی و همچنین ابزار و وسایل لازم، کار ساخت جیره‌ها در طبقه زیرزمین ساختمان شیلات یزد و در فضایی به مساحت حدود ۲۰۰ متر مربع آغاز گردید. برای ساخت خوراکها از یک مخلوط کن ۳۰ کیلوگرمی جهت به هم زدن و ترکیب کردن مناسب مواد غذایی و از یک چرخ گوشت معمولی با پنجره دارای منافذ ۴/۵ میلیمتری جهت پلت نمودن خوراک استفاده گردید. روش ساخت بدین ترتیب بود که نخست مواد اولیه غذایی خشک و آسیاب شده برای هر یک از جیره‌ها متناسب با درصد ترکیب آنها در جیره با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی توزین و توسط مخلوط کن کاملاً به هم زده شد. سپس روغن و در نهایت مقداری آب  $80^{\circ}\text{C}$  جهت تأمین رطوبت لازم اضافه گردید و کار بهم زدن مخلوط بمدت حدود ۳۰ دقیقه ادامه یافت. به منظور در نظر گرفتن منابع اسیدهای چرب  $\omega 3$  (روغن ماهی) و  $\omega 6$  (روغن گیاهی) در جیره‌های آزمایشی و رعایت نسبت  $\frac{\omega 3}{\omega 6} = 1/5$  در مورد قزل‌آلای رنگین‌کمان روغن استفاده شده شامل ۶۰٪ روغن ماهی و ۴۰٪ روغن سویا بود. همچنین با توجه به اینکه تنظیم سطوح غذایی در تعدادی از جیره‌ها با کمبود درصدی از وزن همراه بود از ماده بی‌اثر آلفاسلولز به عنوان پرکننده جهت تکمیل وزن استفاده گردید. مخلوط شکل‌پذیر حاصل با استفاده از چرخ گوشت بصورت پلت‌های به قطر ۴/۵ میلیمتر درآورده شد (شکل ۱۳).

برای خشک کردن پلتها دمای سالن را با استفاده از چند بخاری به حدود  $40^{\circ}\text{C}$  رسانده و با پخش کردن پلتها بر روی صفحات یونولیتی و چوبی طی چند مرحله با استفاده از تعداد زیادی پنکه زمینی بطور کامل خشک گردید (شکل ۱۴). لازم به ذکر است که تمام رطوبت داده شده به مخلوط غذایی جهت شکل‌پذیر کردن آن، بصورت کامل طی فرایند خشک کردن از خوراک گرفته شد بطوریکه وزن نهایی جیره‌های خشک شده تقریباً با وزن خشک مخلوط غذایی قبل از افزایش آب برابر بود. در حین خشک کردن خوراکها کار خرد کردن دستی آنها نیز به مرور انجام گرفت تا اینکه پلتها از طول مناسب و تقریباً یکسان برخوردار شوند. با در نظر گرفتن تعداد و وزن اولیه ماهیها، طول دوره پرورش و همچنین وزن انتظاری تقریبی در پایان دوره آزمایش، برای هر یک از تیمارها ۲۰ کیلوگرم و در مجموع ۱۸۰ کیلوگرم خوراک تهیه گردید.



شکل ۱۳ - ساخت جیره‌های غذایی آزمایشی.



شکل ۱۴ - خشک کردن جیره‌های آزمایشی ساخته شده.

#### ۴-۴- انبار و نگهداری خوراکها

هر یک از جیره‌های آزمایشی پس از خشک شدن در پاکتهای پلاستیکی غیر قابل نفوذ ۲۰ کیلوگرمی بسته‌بندی و به انبار منتقل گردید. در محل اجرای طرح یک اتاق ۱۲ متری با عایق‌کاری مناسب (جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت) و نصب سکوهاى چوبی به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر جهت نگهداری خوراکها آماده‌سازی گردید. دمای هوای انبار در طول مدت نگهداری و استفاده از خوراکها بین صفر تا ۱۵ درجه سانتیگراد بود ضمن اینکه از تابش نور خورشید به داخل اتاق نیز جلوگیری شد (شکل‌های ۱۵ و ۱۶).

#### ۴-۵- تجزیه جیره‌ها

پس از اتمام کار ساخت خوراکها، نمونه‌ای از پلت‌های ساخته شده مربوط به جیره‌های مختلف جهت تجزیه به آزمایشگاه زیاران ارسال گردید.

#### ۵- اجرای دوره پرورش

##### ۵-۱- تأمین بچه ماهی و معرفی آنها به حوضچه‌های آزمایشی

به منظور تأمین بچه ماهی سالم و مطمئن و با وزن مناسب، در نیمه دوم مهر ۷۸ تعداد ۳۰۰۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلا با وزن متوسط ۲۵ گرم از مرکز تکثیر شیرکوه یزد تهیه و در یکی از استخرهای خاکی ایستگاه بافق رهاسازی و تا زمان انتخاب تعدادی از آنها جهت اجرای تحقیق با استفاده از خوراک تجارتي معمولی تغذیه شدند. در این مدت ماهیها به خوبی با شرایط محیطی سازگار شدند. پس از آماده‌سازی کامل حوضچه‌ها و آبیگری آنها به ارتفاع ۴۵ سانتیمتر، در تاریخ ۷۸/۱۰/۲۵ تعداد ۵۴۰ عدد ماهی جوان قزل‌آلا با وزن متوسط ۸۳ - ۸۰ گرم و طول میانگین ۱۹/۵ - ۱۸/۸ سانتیمتر (برای هر تیمار) از استخرهای خاکی مذکور انتخاب و به ازای هر تکرار ۲۰ عدد، به داخل حوضچه‌های آزمایشی رهاسازی گردیدند.

به منظور سازگاری با شرایط جدید، ماهیها به مدت ۵ روز، نخست با غذای تجارتي و سپس با مخلوطی از غذای تجارتي و جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. در این مدت تعدادی از ماهیان



شکل ۱۵ - بسته‌بندی جیره‌های غذایی آزمایشی.



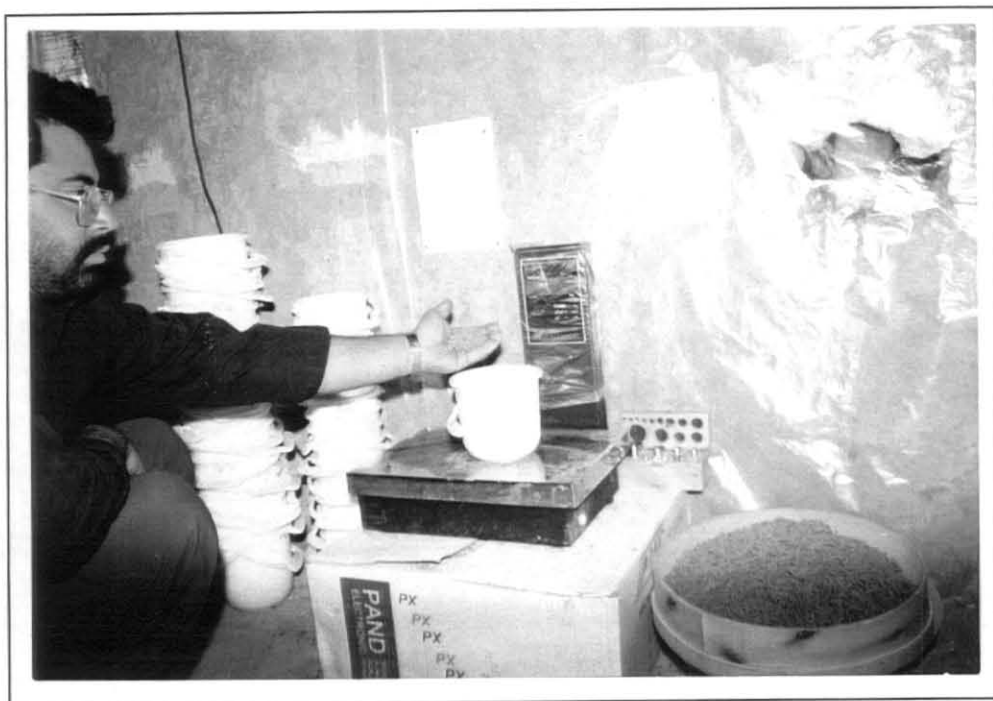
شکل ۱۶ - مکان نگهداری جیره‌های غذایی آزمایشی ساخته شده در محل اجرای طرح.

تلف شده در اثر استرس با ماهیهای جدید جایگزین شدند همچنین به منظور کاهش استرس ماهیها و جلوگیری از بیرون پریدن آنها، بر روی تمام حوضچه‌ها یک توری سرتاسری کشیده شد. بعد از صید بچه ماهیان از استخرهای خاکی و قبل از رهاسازی به حوضچه‌های آزمایشی، تعداد ۵ عدد از آنها بطور تصادفی انتخاب و پس از انجماد جهت آنالیز لاشه به آزمایشگاه فرستاده شد.

## ۲-۵- تغذیه ماهیها با جیره‌های آزمایشی

کاربرد جیره‌های آزمایشی از تاریخ ۷۸/۱۰/۳۰ و پس از سازگاری کامل ماهیها با شرایط محیطی و تغذیه‌ای جدید آغاز شد. برای تغذیه ماهیها از ظروف کوچک درب‌دار به تعداد تکرارها استفاده گردید بطوریکه غذای هر روز ماهیها پس از توزین دقیق، در این ظروف ریخته شده و طی سه نوبت در ساعات ۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۴ عصر به ماهیها داده شد (شکل ۱۷).

میزان غذای روزانه هر تکرار بر اساس برآورد متوسط وزن حاصل شده از طریق وزن‌کشی ماهیها طی دوره‌های ۱۴ روزه و همچنین درجه حرارت آب تعیین گردید. اندازه غذا برای تمام جیره‌های آزمایشی ۴/۵ میلیمتر بود. با توجه به مواد بکار رفته و نحوه ساخت جیره‌ها، پلت‌های غذایی از قوام بسیار بالا و شناوری مطلوب در آب برخوردار بودند. مازاد غذایی تیمارها در پایان هر روز محاسبه و ثبت گردید. تغذیه ماهیها در تمام روزهای دوره پرورش به جز روزهای زیست‌سنجی بطور منظم در ساعات مشخص انجام شد.



شکل ۱۷ - توزین و آماده کردن خوراک مورد نیاز ماهیها به تفکیک تکرار.

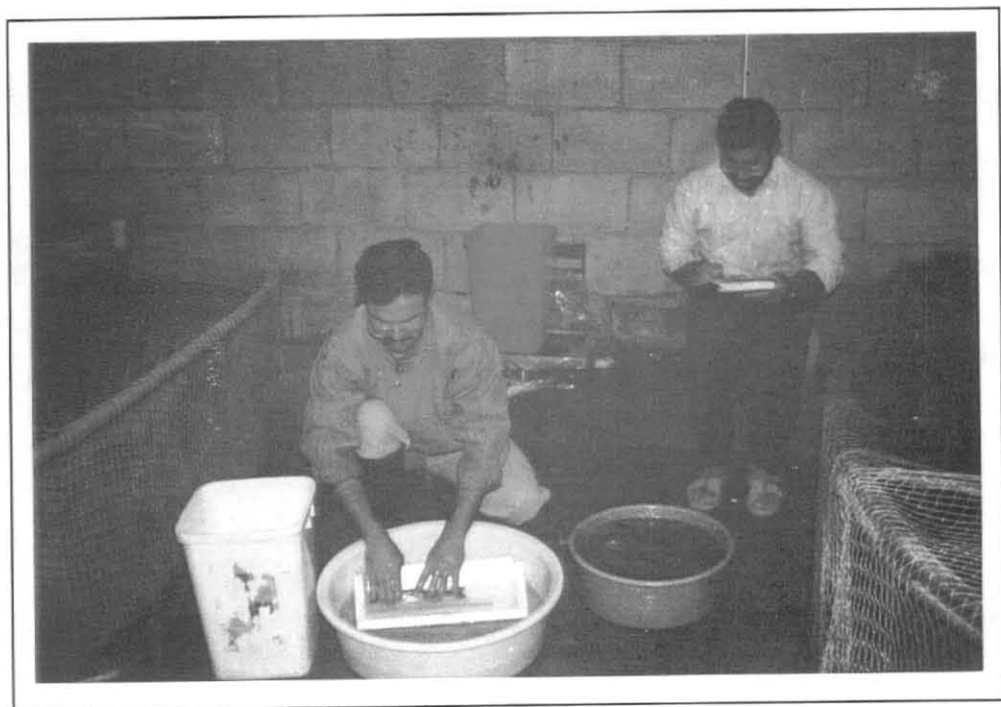


### ۳-۵- زیست سنجی ماهیها

در این رابطه فقط طول و وزن ماهیها اندازه گیری شد. در طول دوره پرورش به فاصله هر ۱۴ روز، تغذیه ماهیها قطع و نسبت به نمونه برداری و اندازه گیری طول و وزن آنها اقدام گردید. در هر نوبت نمونه برداری مشخصات حداقل ۷۵٪ از ماهیهای هر تکرار (۱۵ عدد) ثبت گردید. وزن کشی ماهیها در داخل آب و با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی و اندازه گیری طول کل انفرادی آنها نیز در داخل یک تشت آب و با قرار دادن تخته تعیین طول در داخل آن انجام گرفت. در انجام این مرحله سعی گردید تا حد امکان از وارد شدن استرس به ماهیها جلوگیری شود (شکل ۱۸).

### ۴-۵- کنترل عوامل فیزیکی و شیمیایی آب

همانطور که قبلاً اشاره شد میزان تعویض آب حوضچه ها و تراکم ماهی در آنها بر اساس روش تعریف شده در مورد حوضچه های تحقیقاتی آزاد ماهیان تعیین گردید. این وضعیت سبب شد تا کیفیت آب حوضچه ها در طول دوره پرورش در شرایط نسبتاً مطلوبی حفظ شود. بطور کلی فاکتورهای تحت کنترل عبارت از دما، اکسیژن محلول، شوری، PH و نور بود.



شکل ۱۸ - اندازه گیری طول و وزن ماهیها در نوبتهای نمونه برداری.

هر چند دمای آب در خارج از سالن و در حوضچه بتنی ذخیره آب از طریق کنترل پمپهای سرد و گرم تنظیم می‌گردید، با این حال دمای آب حوضچه‌ها سه نوبت در روز و قبل از هر بار غذادهی بوسیله دماسنج دیجیتالی اندازه‌گیری شد. PH آب همزمان با دمای آب با استفاده از PH متر دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱) اندازه‌گیری و ثبت گردید. اکسیژن محلول آب نیز بصورت روزانه و با استفاده از اکسی متر دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱) ثبت شد. هدایت الکتریکی آب با استفاده از یک دستگاه E.C.meter اندازه‌گیری می‌شد که مقدار آن در طول مدت اجرای طرح بطور میانگین ۲۵۴۰۰ (۲۵۶۴۰-۲۵۲۷۰) میکروموس بر سانتیمتر بود.

سالن پرورش علاوه بر نوری که بطور غیر مستقیم دریافت نموده و روشنایی مورد نیاز را تأمین می‌کرد، مجهز به ۱۰ لامپ ۱۰۰ وات بود که همه روزه از ساعت ۸ صبح تا ۸ شب روشن و بقیه ساعات خاموش بود. به منظور کمک در پالایش آب حوضچه‌ها، با استفاده از یک سیفون هفته‌ای ۱ تا ۲ بار فضولاتی که بعضاً از طریق جریان آب خارج نمی‌گردید و در گوشه‌های حوضچه‌ها جمع می‌شد به خارج منتقل می‌گردید بطوریکه در طول مدت پرورش کف حوضچه‌ها کاملاً تمیز و عاری از مواد آلی رسوبی بود. لازم به ذکر است که جریان خروجی آب کلیه حوضچه‌های پرورشی بصورت سیفونی و از کف صورت می‌گرفت که این امر خود پالایی مداوم حوضچه‌ها را در پی داشت.

## ۵-۵- برداشت

در تاریخ ۱۳۷۹/۱/۳۱ و بعد از یک روز قطع غذا، آب حوضچه‌ها بطور کامل تخلیه و ماهیها بطور کامل جمع‌آوری شدند. از هر تکرار ۲ عدد ماهی بطور تصادفی انتخاب و پس از ثبت مشخصات بلافاصله منجمد و سپس جهت آنالیز لاشه به آزمایشگاه فرستاده شد (شکل ۱۹). طول و وزن بقیه ماهیها بطور انفرادی اندازه‌گیری و ثبت گردید.



شکل ۱۹ - تهیه نمونه از ماهیها و بسته‌بندی آنها در پایان آزمایش جهت ارسال به آزمایشگاه.

## ۶- روشهای تجزیه

### ۶-۱- تجزیه نمونه‌ها

مواد اولیه غذایی، جیره‌های آزمایشی و لاشه‌های ماهی با استفاده از روشهای AOAC (1990) تجزیه گردید. در این روشها رطوبت از طریق خشک کردن آنها در آون در دمای  $100^{\circ}\text{C}$  تا رسیدن به وزن ثابت، پروتئین خام به روش نیتروژن کلدال (پروتئین خام = نیتروژن  $\times 6/25$ )، چربی خام به روش حل کردن در اتر و با استفاده از دستگاه سوکسله، خاکستر با استفاده از کوره موفل به مدت ۱۲ ساعت در دمای  $550^{\circ}\text{C}$  و کربوهیدرات از طریق تفاضل مجموع مقادیر فوق از رقم ۱۰۰ تعیین گردید.

## ۶-۲- تجزیه داده‌ها

در این تحقیق فاکتورهای درصد افزایش وزن ( $WG^1$  %)، نرخ رشد یا درصد رشد متوسط روزانه ( $ADG^2$  %)، نسبت تبدیل غذا ( $FCR^3$ )، نسبت بازدهی پروتئین ( $PER^4$ )، درصد رسوب پروتئین یا درصد مصرف پروتئین خالص ظاهری ( $ANPU^5$  % یا  $DP^6$  %)، نرخ رشد ویژه ( $SGR^7$ ) و شاخص وضعیت ( $CF^8$ ) با استفاده از فرمولهای زیر محاسبه گردید:

$$WG\% = \frac{وزن\ متوسط\ اولیه - وزن\ متوسط\ نهایی}{وزن\ متوسط\ اولیه} \times 100$$

$$ADG\% = \frac{وزن\ متوسط\ اولیه\ به\ گرم - وزن\ متوسط\ نهایی\ به\ گرم}{تعداد\ روزهای\ پرورش} \times 100$$

$$FCR = \frac{غذای\ خشک\ مصرف\ شده\ به\ گرم}{افزایش\ وزن\ تر\ به\ گرم}$$

$$PER = \frac{افزایش\ وزن\ حاصل\ شده\ به\ گرم}{پروتئین\ خشک\ مصرف\ شده\ به\ گرم}$$

$$ANPU\% \text{ یا } PD\% = \frac{پروتئین\ اولیه\ لاشه\ به\ گرم - پروتئین\ نهایی\ لاشه\ به\ گرم}{کل\ پروتئین\ خشک\ مصرف\ شده\ به\ گرم} \times 100$$

$$SGR\% = \frac{لگاریتم\ طبیعی\ وزن\ متوسط\ اولیه - لگاریتم\ طبیعی\ وزن\ متوسط\ نهایی}{تعداد\ روزهای\ پرورش} \times 100$$

$$CF = \frac{وزن\ (گرم)}{طول^3\ (سانتیمتر)} \times 100$$

تمام داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار کامپیوتری SAS مدل Anova آنالیز گردید. مقایسه‌های میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (Duncan, 1955) انجام شد.

۱- WG = Weight Gain

۳- FCR = Feed Conversion Ratio

۵- ANPU = Apparent Net Protein Utilization

۷- SGR = Specific Growth Rate

۲- ADG = Average Daily Growth

۴- PER = Protein Efficiency Ratio

۶- DP = Deposit of Protein

۸- CF = Condition Factor

## فصل سوم - نتایج

### ۱- نتایج حاصل از تجزیه جیره‌های غذایی آزمایشی

پس از ساخت جیره‌های آزمایشی از هر جیره یک نمونه انتخاب و جهت تجزیه به آزمایشگاه زیاران ارسال گردید که نتایج حاصل از تجزیه کامل هر یک از جیره‌ها در جدول ۶ ارائه شده است.

### ۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای محیطی

در طول دوره پرورش برخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب حوضچه‌های پرورش شامل دما، PH، اکسیژن محلول، شوری و همچنین دمای هوا بدقت اندازه‌گیری شد که نتایج حاصل از آن در نمودارهای ۱ تا ۴ ارائه شده است. ارقام ارائه شده در این نمودارها میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در فواصل ۱۵ روزه دوره پرورش می‌باشد. مقدار هدایت الکتریکی (EC) آب ورودی در طول دوره پرورش تقریباً ثابت و برابر مقدار میانگین  $25400 (25640-25270)$  میکروموس بر سانتیمتر بود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی آب در جدول ۷ آورده شده است.

### ۳- نتایج حاصل از زیست‌سنجی ماهیان

از طریق نمونه‌برداری از ماهیها در فواصل ۱۵ روزه، وزن و طول آنها اندازه‌گیری و ثبت گردید. نمودارهای ۵ تا ۱۰ مشخصات وزن و طول متوسط ماهیها را در نوبتهای مختلف نمونه‌برداری به تفکیک تیمار نشان می‌دهد. ارقام ارائه شده میانگین مقادیر تکرارهای هر تیمار می‌باشد. اطلاعات ارائه شده بیانگر بیشترین میزان رشد متوسط در تیمار ۳ و کمترین میزان رشد متوسط در تیمار ۱ و ۴ می‌باشد. لازم به ذکر است که از زمان شروع تغذیه ماهیها با جیره‌های آزمایشی تا پایان دوره پرورش هیچگونه تلفاتی مشاهده نگردید.

جدول ۶ نتایج حاصل از تجزیه جیره‌های غذایی آزمایشی

۴۵	۴۵	۴۵	۴۰	۴۰	۴۰	۳۵	۳۵	۳۵	پروتئین خام (درصد)
۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	انرژی* (Kcal/100g)
۱۹/۷	۱۶/۴	۱۳/۱	۲۰/۲	۱۶/۸	۱۳/۵	۲۰/۶	۱۷/۳	۱۳/۹	چربی خام (درصد)
۱۸	۱۸	۱۸	۲۲	۲۲	۲۲	۲۶	۲۶	۲۶	کربوهیدرات (درصد)
۷/۹۴	۷/۸۱	۸/۰۲	۷/۸۲	۷/۸۴	۷/۹۴	۷/۹۳	۷/۸۵	۷/۸۲	خاکستر (درصد)
۲/۳	۲/۲۳	۲/۱۹	۲/۱۹	۲/۱۹	۲/۳۹	۲/۳	۲/۳۹	۲/۲۹	کلسیم (درصد)
۲/۱	۵/۵	۸/۸	۲/۶	۵/۹	۹/۳	۳/۲	۶/۵	۹/۷	فیبر خام (درصد)
۷/۱۶	۷/۳۱	۶/۹۴	۷/۴	۷/۲۳	۷/۶۸	۷/۲۹	۷/۳۳	۷/۱۴	رطوبت (درصد)
۱۰۴/۶	۱۱۲/۵	۱۲۱/۶	۹۳	۱۰۰	۱۰۸/۱	۸۱/۴	۸۷/۵	۹۴/۶	نسبت پروتئین به انرژی mg protein/Kcal

\* بر مبنای ارزش سوخت فیزیولوژیک (PFV) یعنی ۹۰۴ و ۴ کیلوکالری بر گرم به ترتیب در مورد پروتئین، چربی و کربوهیدرات.

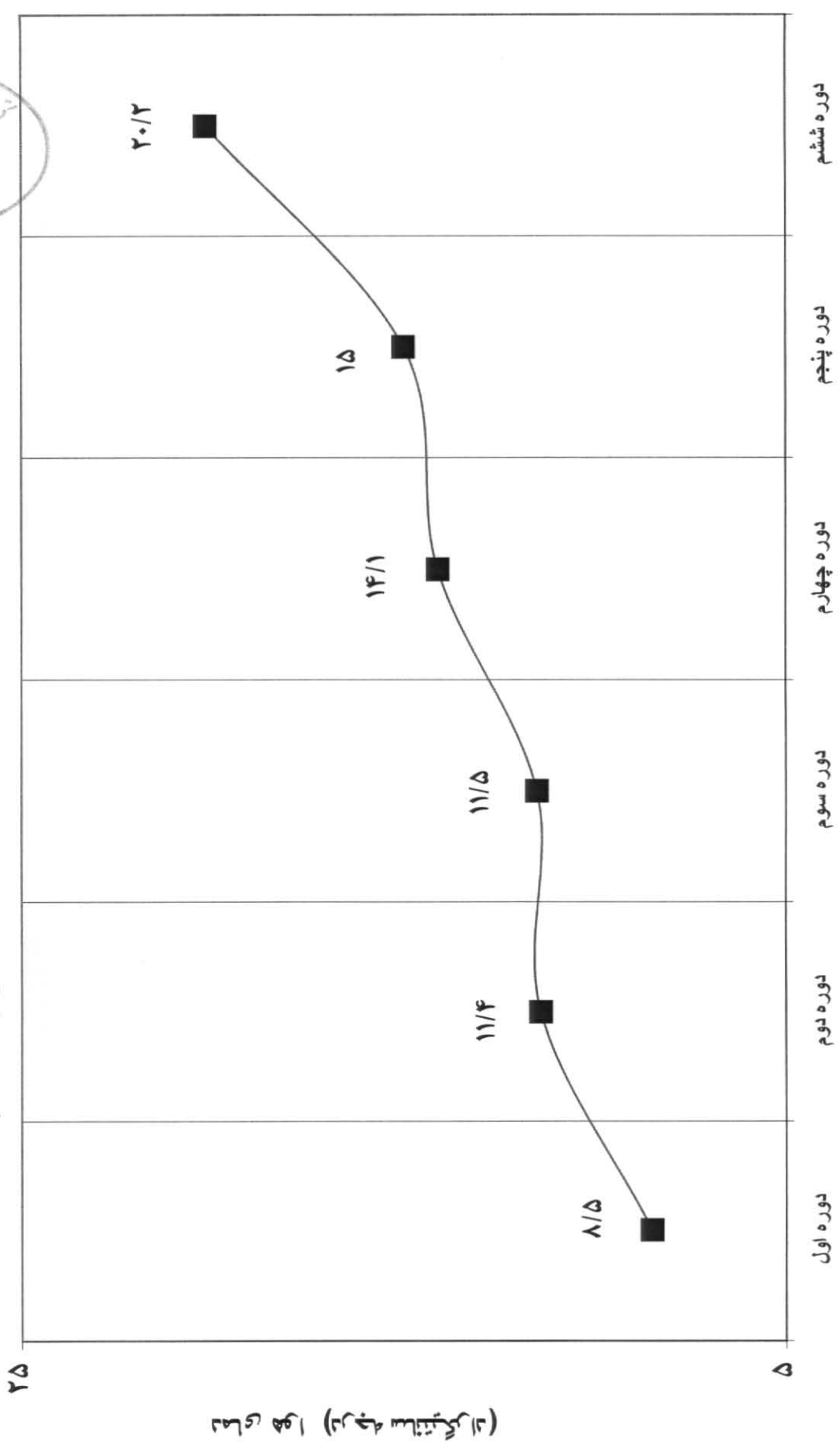
جدول ۷ - تجزیه شیمیایی کامل نمونه آب مورد استفاده طرح

مقدار	واحد	عوامل اندازه‌گیری شده
۲۵۴۰۰	$\mu\text{m}/\text{cm}$	هدایت الکتریکی ( $\text{EC} \times 10^6$ )
۱۵۷۳۴	$\text{mg}/\text{l}$	شوری
۷/۵		اسیدیته (PH)
-	$\text{m.e.}/\text{l}$	کربنات ( $\text{CO}_3^{2-}$ )
۱/۳	$\text{m.e.}/\text{l}$	بی‌کربنات ( $\text{HCO}_3^-$ )
۱۲۶/۵	$\text{m.e.}/\text{l}$	کلر ( $\text{Cl}^-$ )
۱۱۳/۲	$\text{m.e.}/\text{l}$	سولفات ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
۲۴۱	$\text{m.e.}/\text{l}$	مجموع آنیونها
۲۷/۲	$\text{m.e.}/\text{l}$	کلسیم ( $\text{Ca}^{+2}$ )
۳۱/۲	$\text{m.e.}/\text{l}$	منیزیم ( $\text{Mg}^{+2}$ )
۲۲۵	$\text{m.e.}/\text{l}$	سدیم ( $\text{Na}^{+1}$ )
-	$\text{m.e.}/\text{l}$	آهن ( $\text{Fe}^{+3}$ )
۲۸۳/۴	$\text{m.e.}/\text{l}$	مجموع کاتیونها

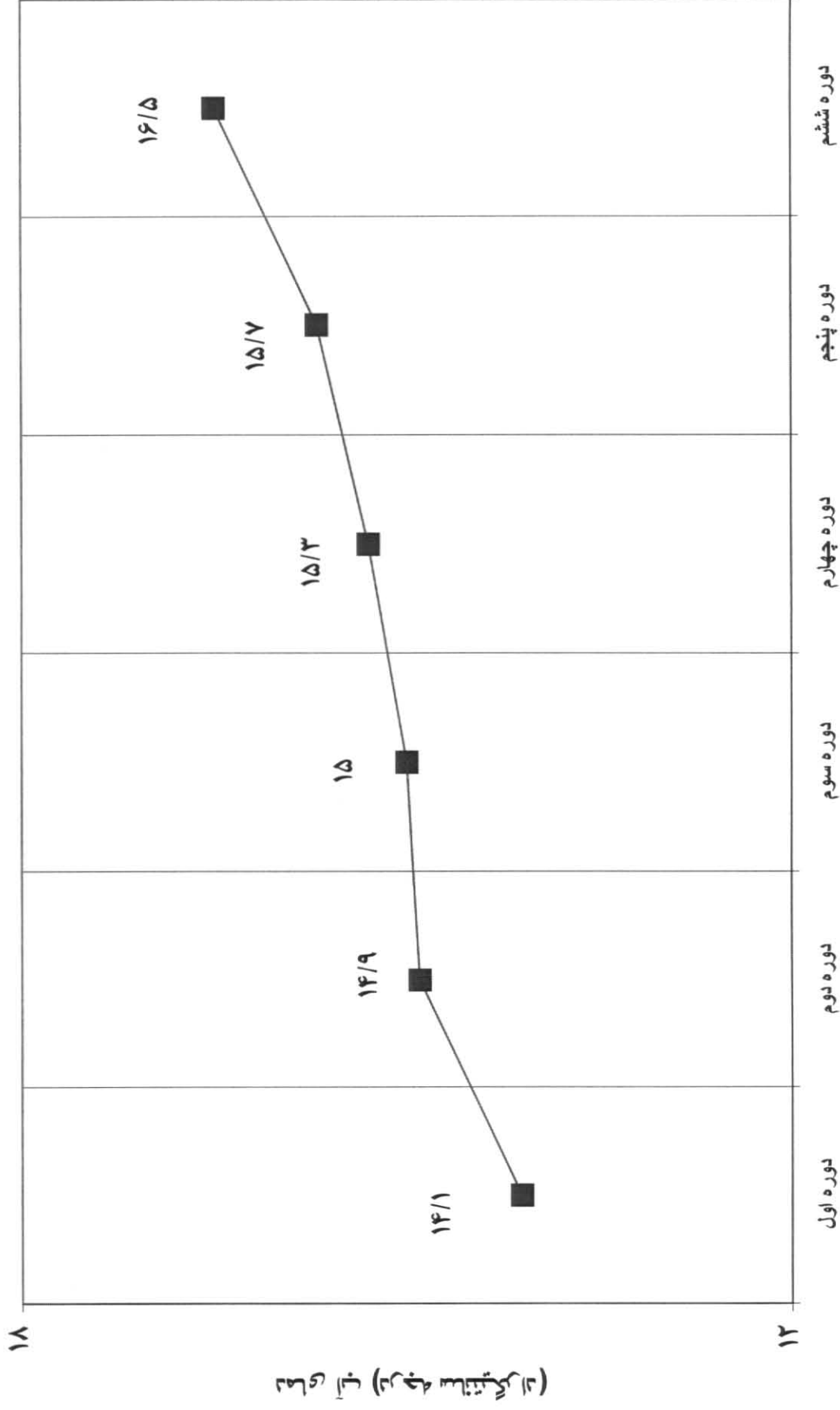
فرمول  $\text{Salinity (mg/l)} = \text{EC } (\mu\text{m}/\text{cm}) \times 61/95$  در مورد رابطه هدایت الکتریکی با شوری آب مورد استفاده بدست آمد.



نمودار ۱- تغییرات میانگین دمای هوا در فواصل بین زیست سنجی (۵روزه)

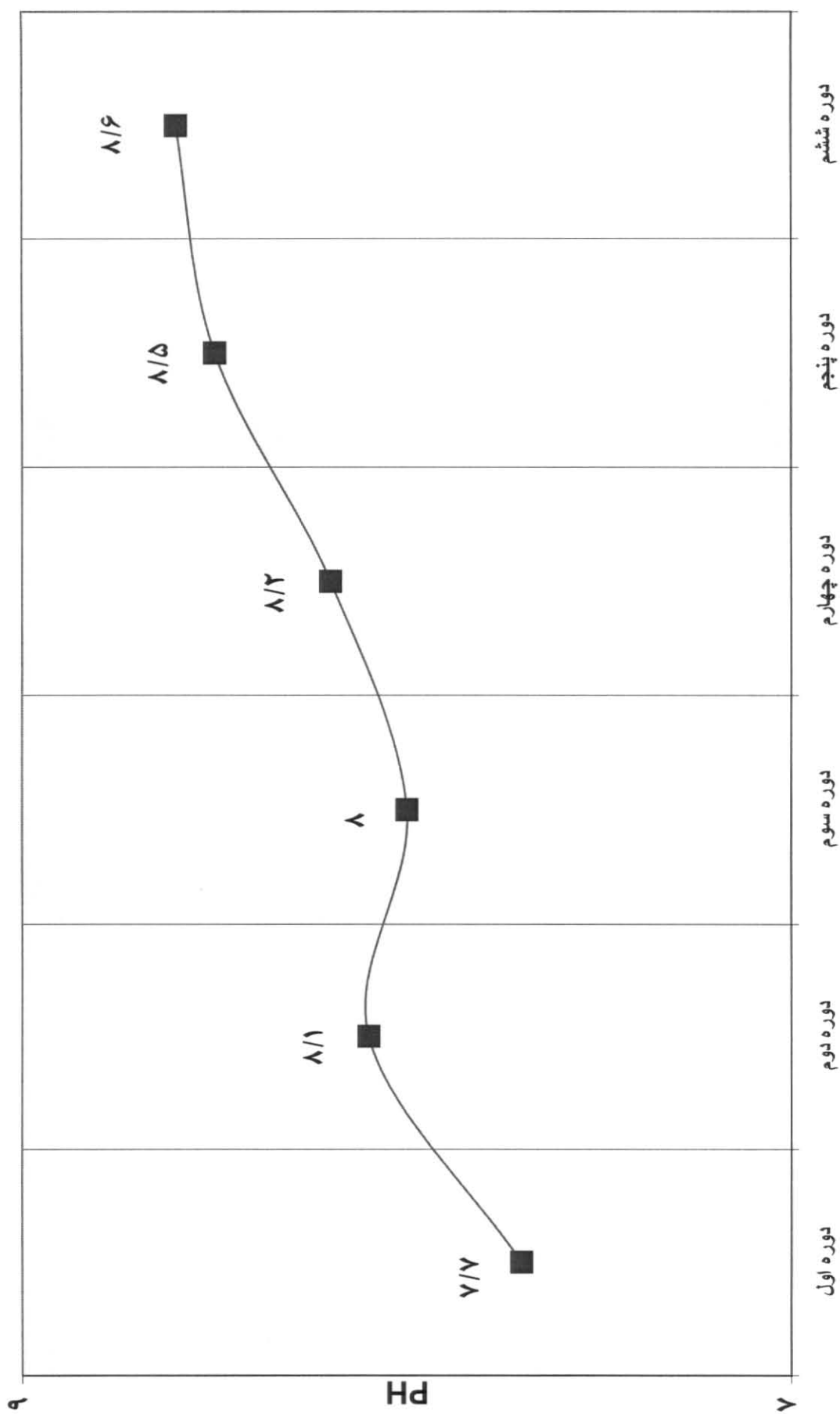


نمودار ۲- تغییرات میانگین دمای آب در فواصل بین زیست سنجی (۱۵ روزه)

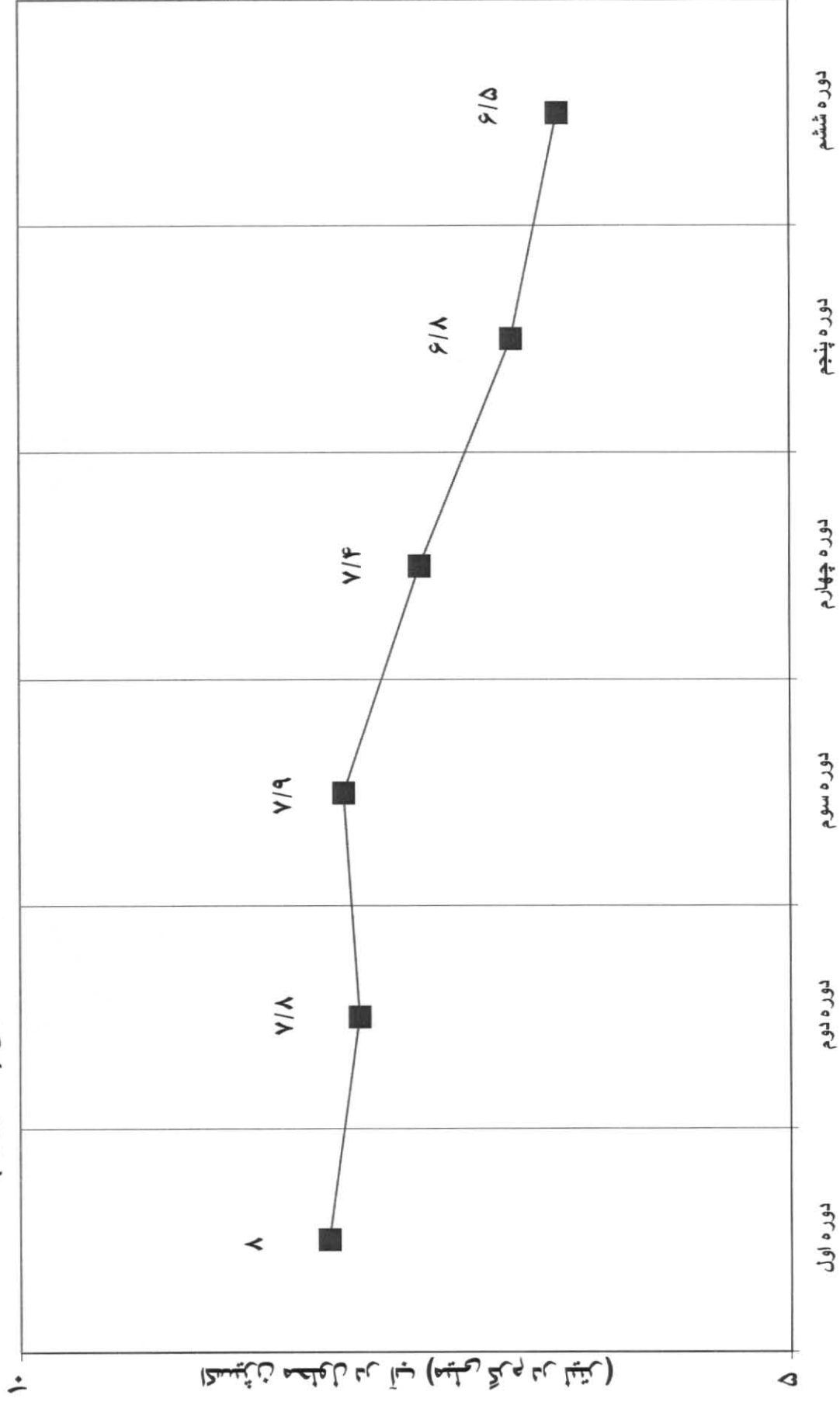




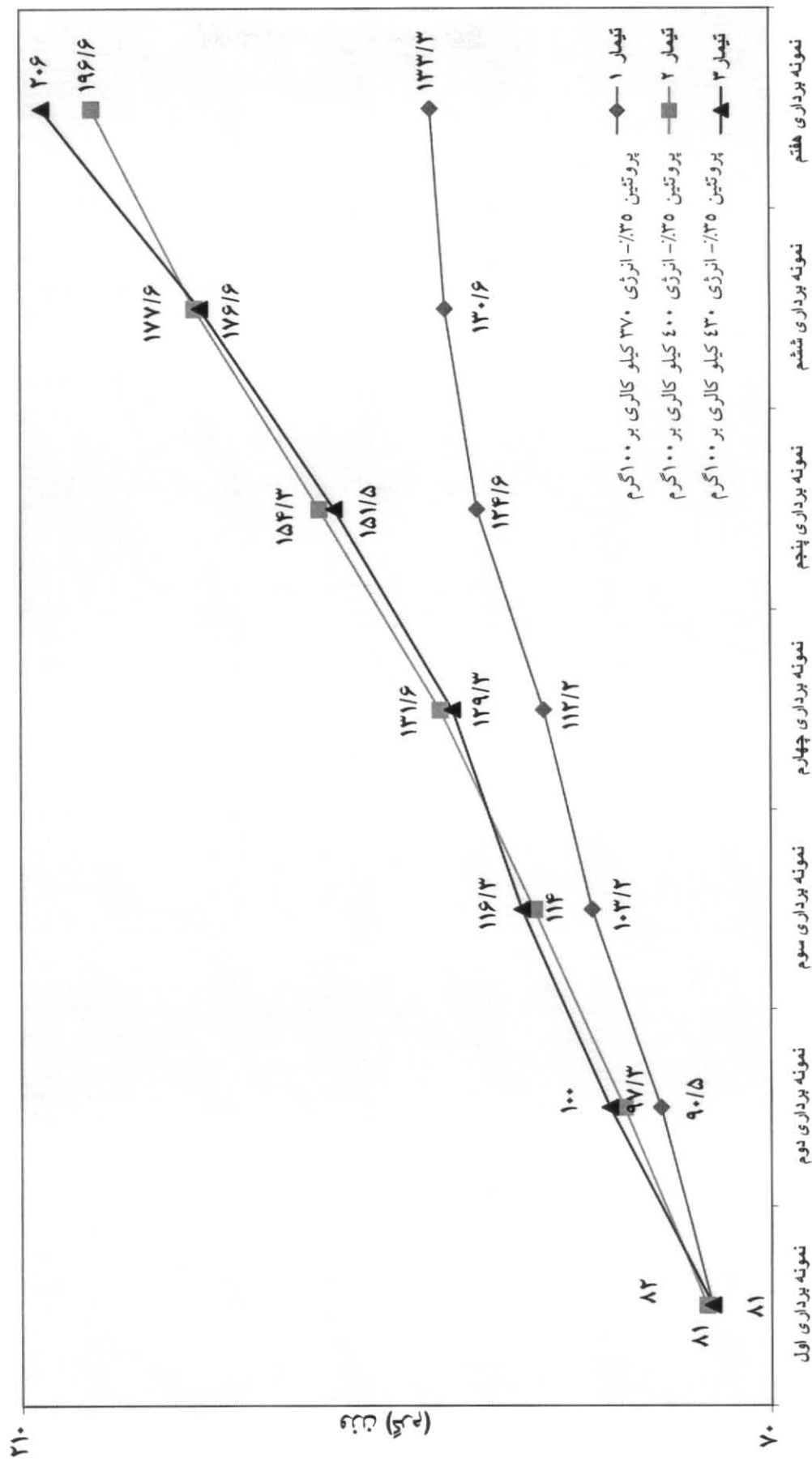
نمودار ۳- تغییرات میانگین PH آب در فواصل بین زیست سنجی (۵روزه)



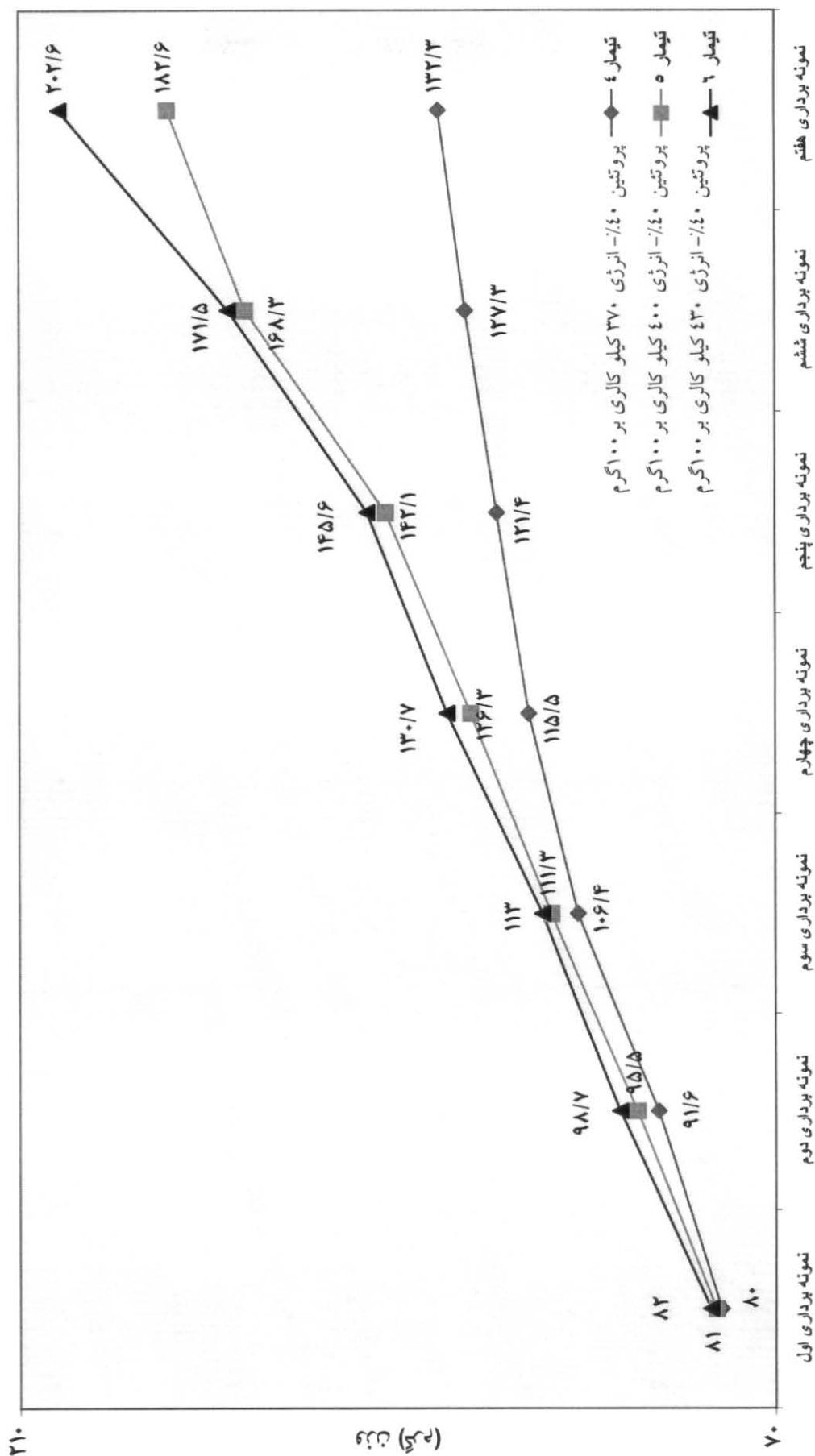
نمودار ۴- تغییرات میانگین اکسیژن محلول در آب در فواصل بین زیست سنجی (۱۵ روزه)



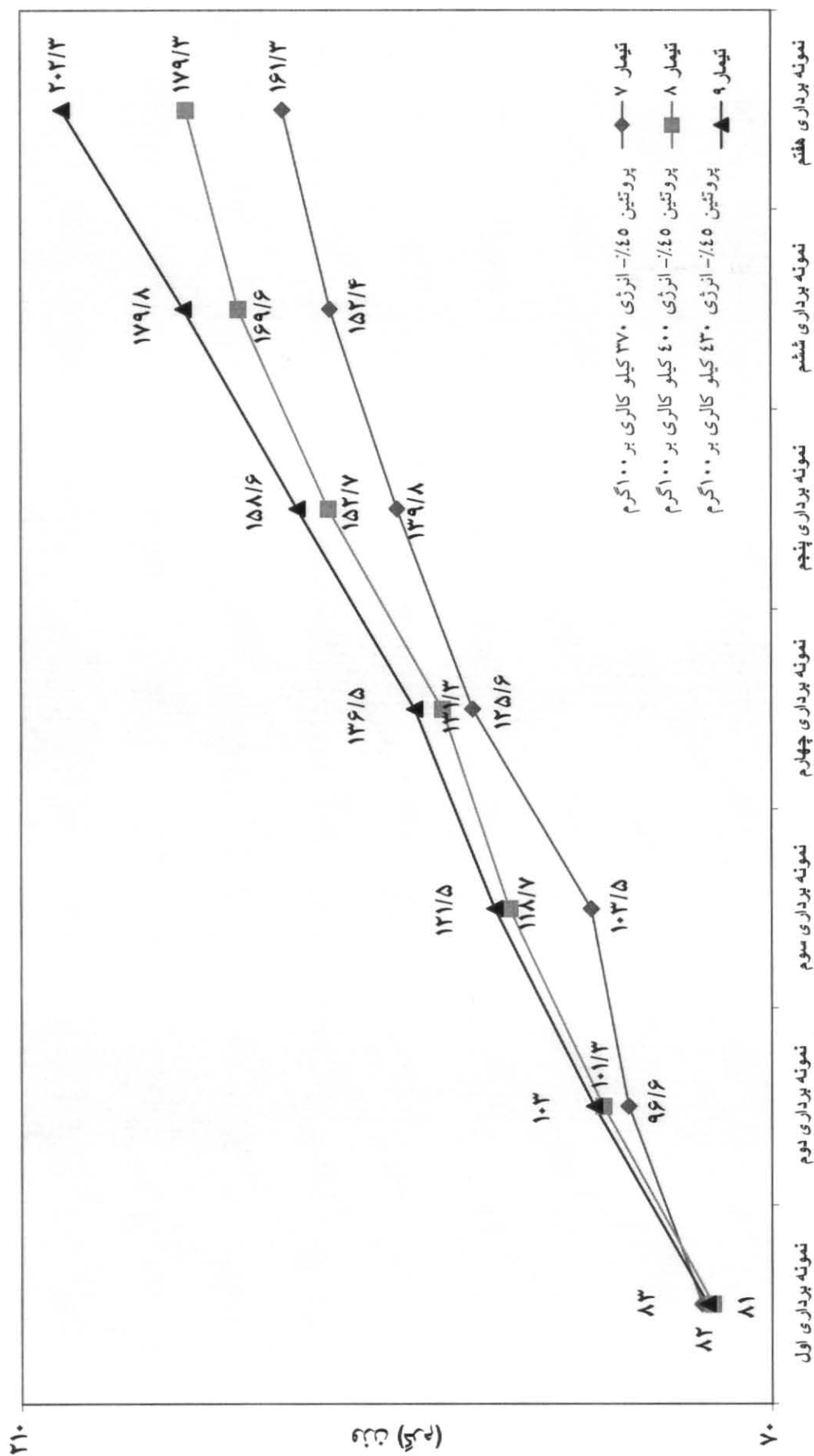
نمودار ۵- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری وزن ماهیها در فواصل ۱۵ روزه نمونه برداری در طول دوره پرورش (تیمار ۱ تا ۳)



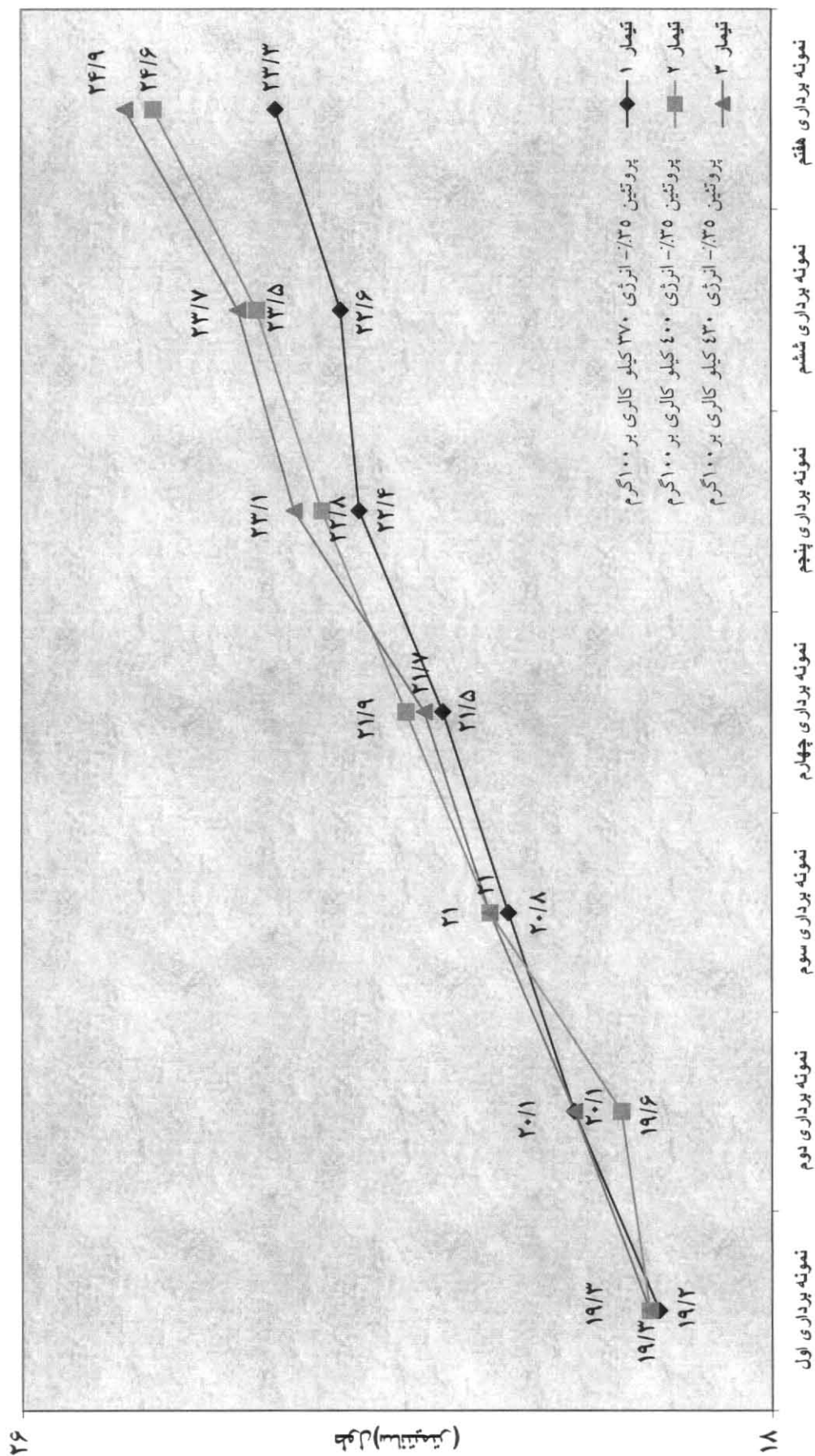
نمودار ۶- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری وزن ماهیها در فواصل ۱۵ روزه نمونه برداری  
در طول دوره پرورش (تیمار ۴ تا ۶)



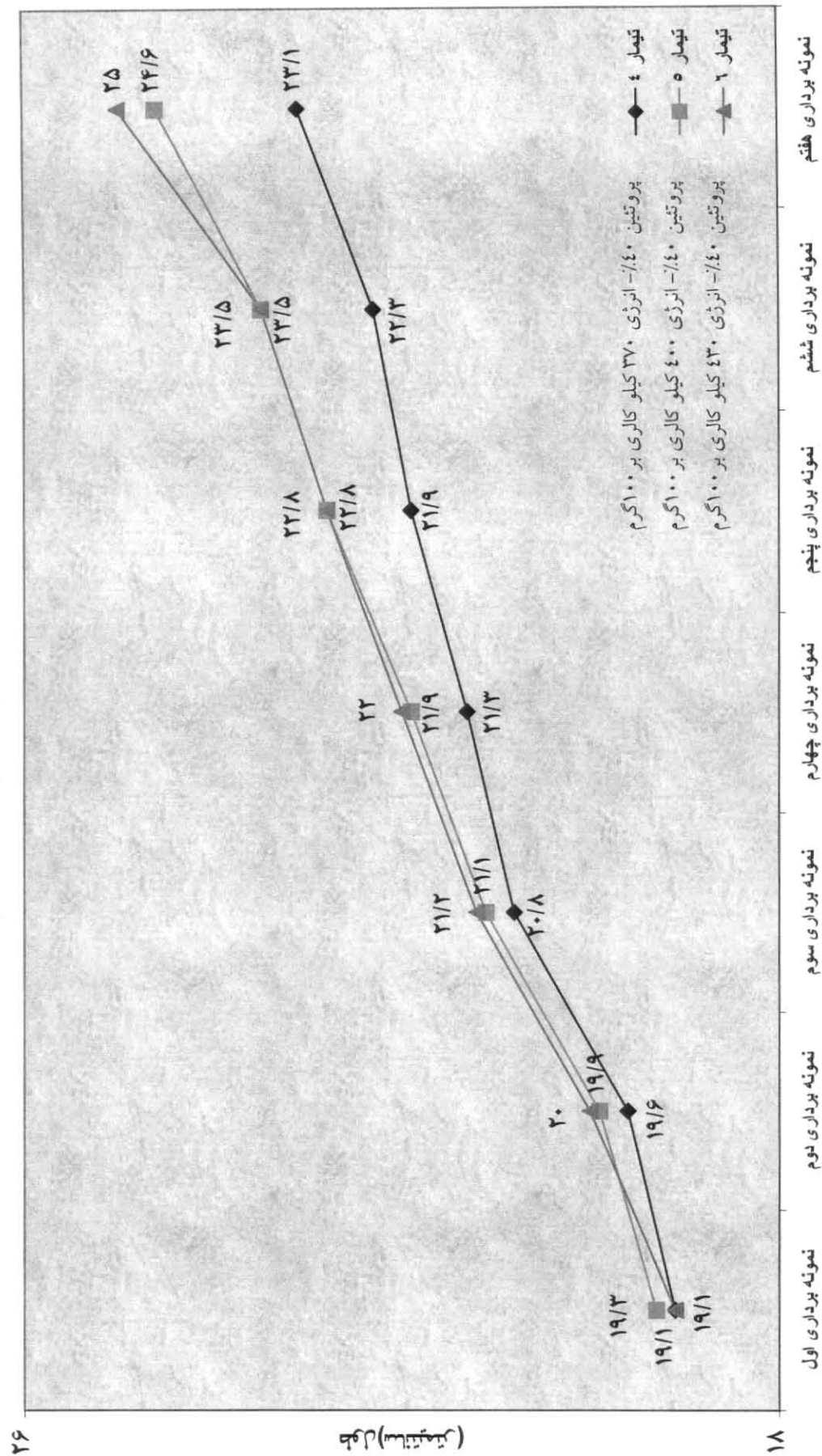
نمودار ۷- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری وزن ماهیها در فواصل ۱۵ روزه نمونه برداری در طول دوره پرورش (تیمار ۷ تا ۹)



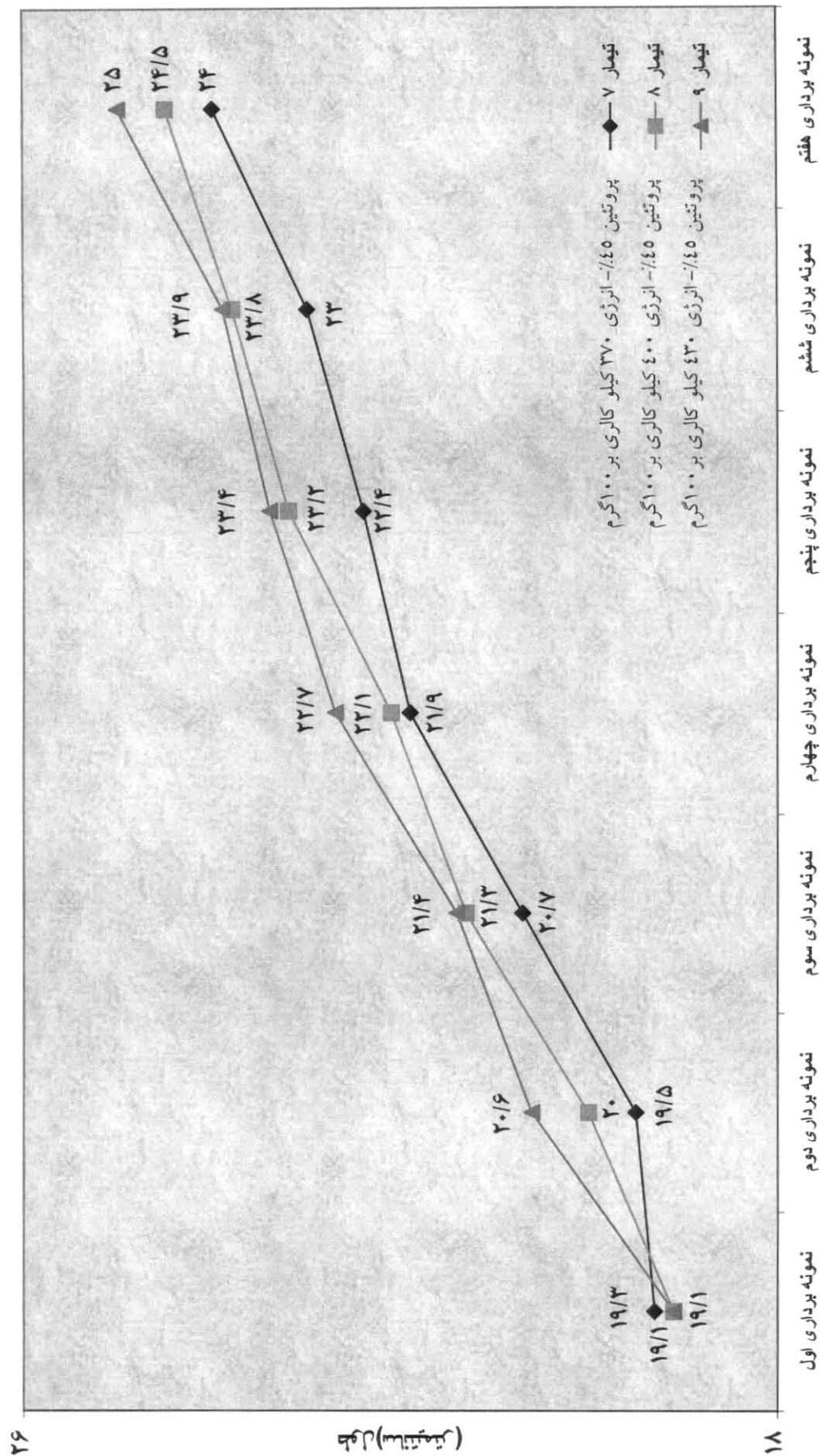
نمودار ۸- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری طول ماهیها در فواصل ۱۵ روزه نمونه برداری در طول دوره پرورش (تیمار ۱ تا ۳)



نمودار ۹- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری طول ماهیها در فواصل ۱۵ روزه نمونه برداری در طول دوره پرورش (تیمار ۴ تا ۶)



نمودار ۱۰- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری وزن ماهیها در فواصل ۱۵ روزه نمونه برداری در طول دوره پرورش (تیمار ۷ تا ۹)



(گرم/سانتی‌متر طول)



#### ۴- نتایج حاصل از عملکرد رشد ماهیها و تجزیه آماری داده‌ها

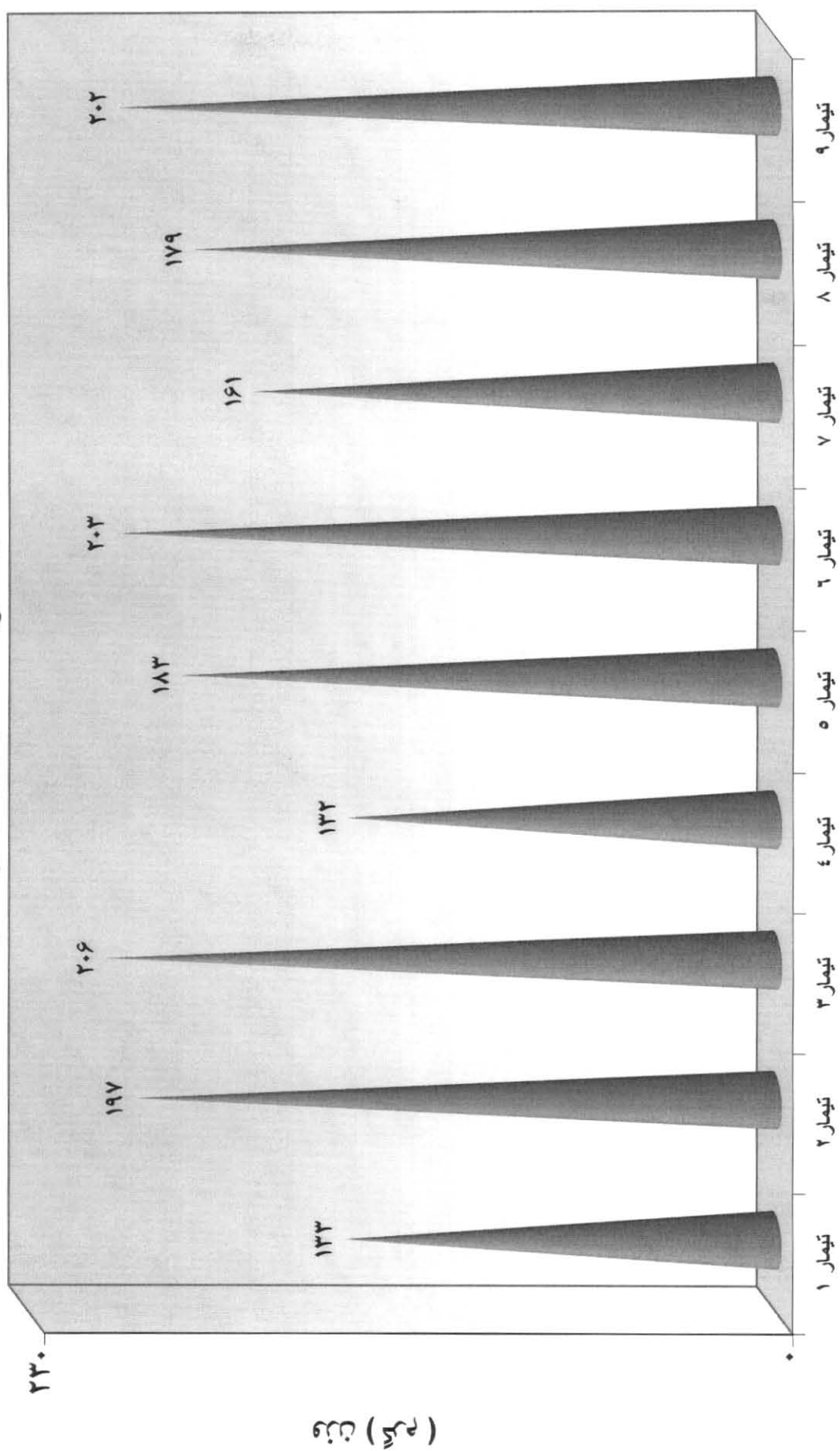
نتایج خام حاصل از عملکرد رشد ماهیها در پایان دوره پرورش با استفاده از ۹ جیره آزمایشی با سطوح پروتئین و انرژی به تفکیک تیمار در نمودارهای ۱۱ تا ۱۹ ارائه گردیده است. ارقام ارائه شده میانگین مقادیر تکرارهای تیمار مربوطه می باشد.

جداول ۸ تا ۱۴ نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی را به ترتیب بر روی درصد افزایش وزن ( $\%WG$ )، نسبت تبدیل غذا ( $FCR$ )، نسبت بازدهی پروتئین ( $PER$ )، نرخ رشد ویژه ( $SGR$ )، درصد رشد متوسط روزانه ( $\%ADG$ )، شاخص وضعیت ( $CF$ ) و درصد مصرف پروتئین خالص یا ذخیره پروتئین ( $ANPU\%$  یا  $DP\%$ ) نشان می دهد.

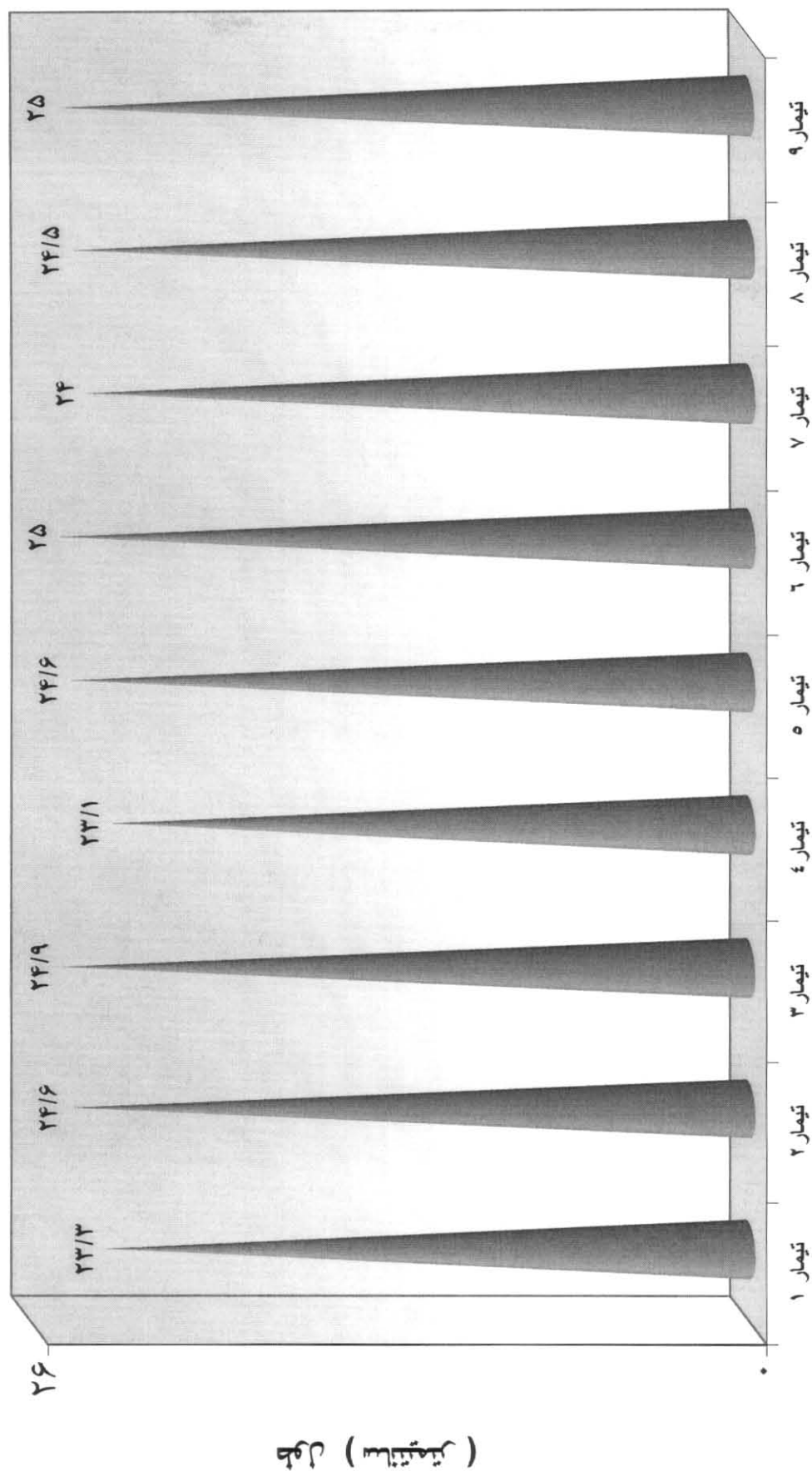
تأثیر سطوح مختلف پروتئین بر عملکرد رشد در جدول ۱۵ و تأثیر سطوح مختلف انرژی بر عملکرد رشد در جدول ۱۶ ارائه شده است. در جدول ۱۷ نیز نتایج کلی حاصل از تأثیر روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر عملکرد رشد ماهی قزل آلا آورده شده است.



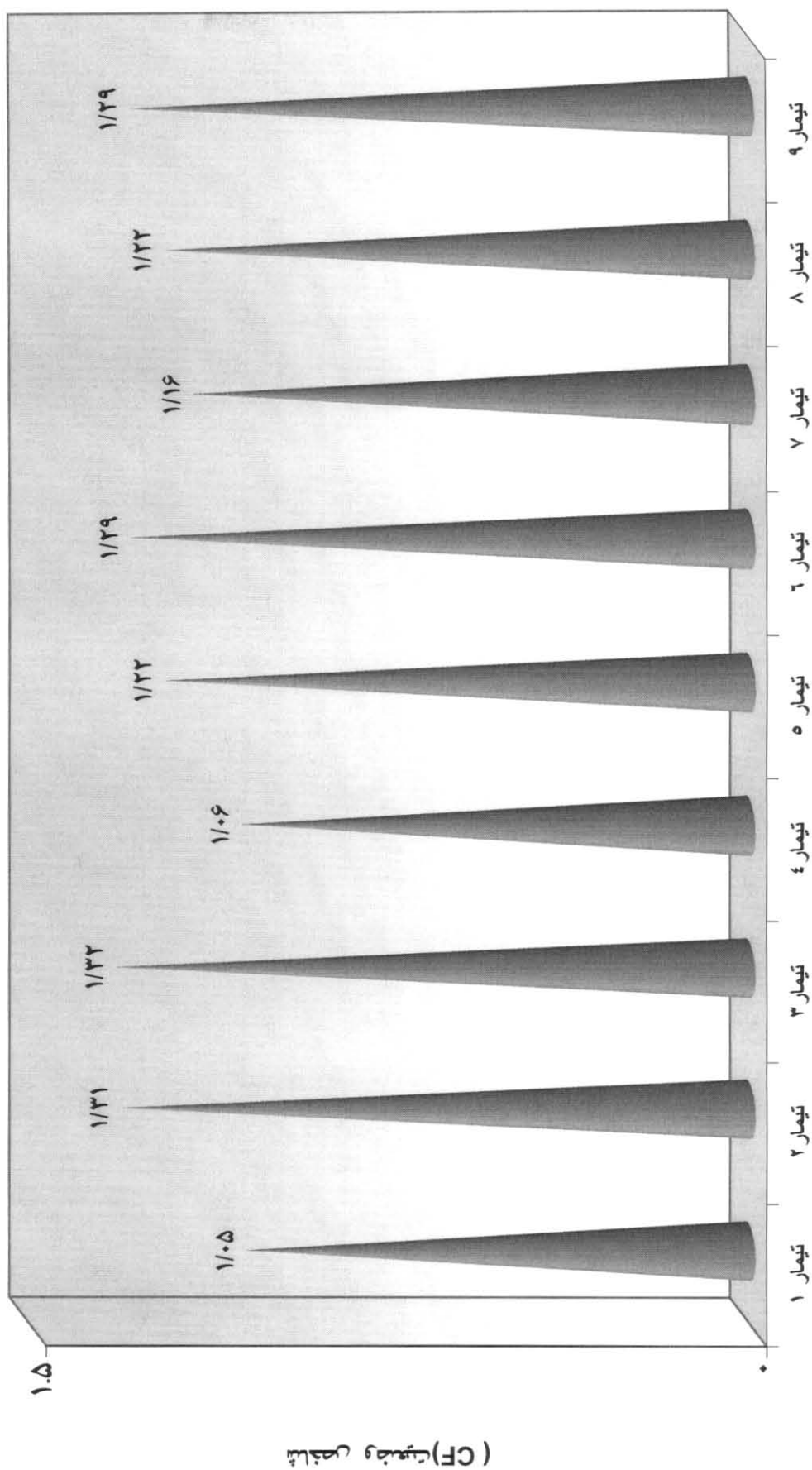
نمودار ۱۱- میانگین نتایج حاصل از وزن نهایی ماهیها به تفکیک تیمار



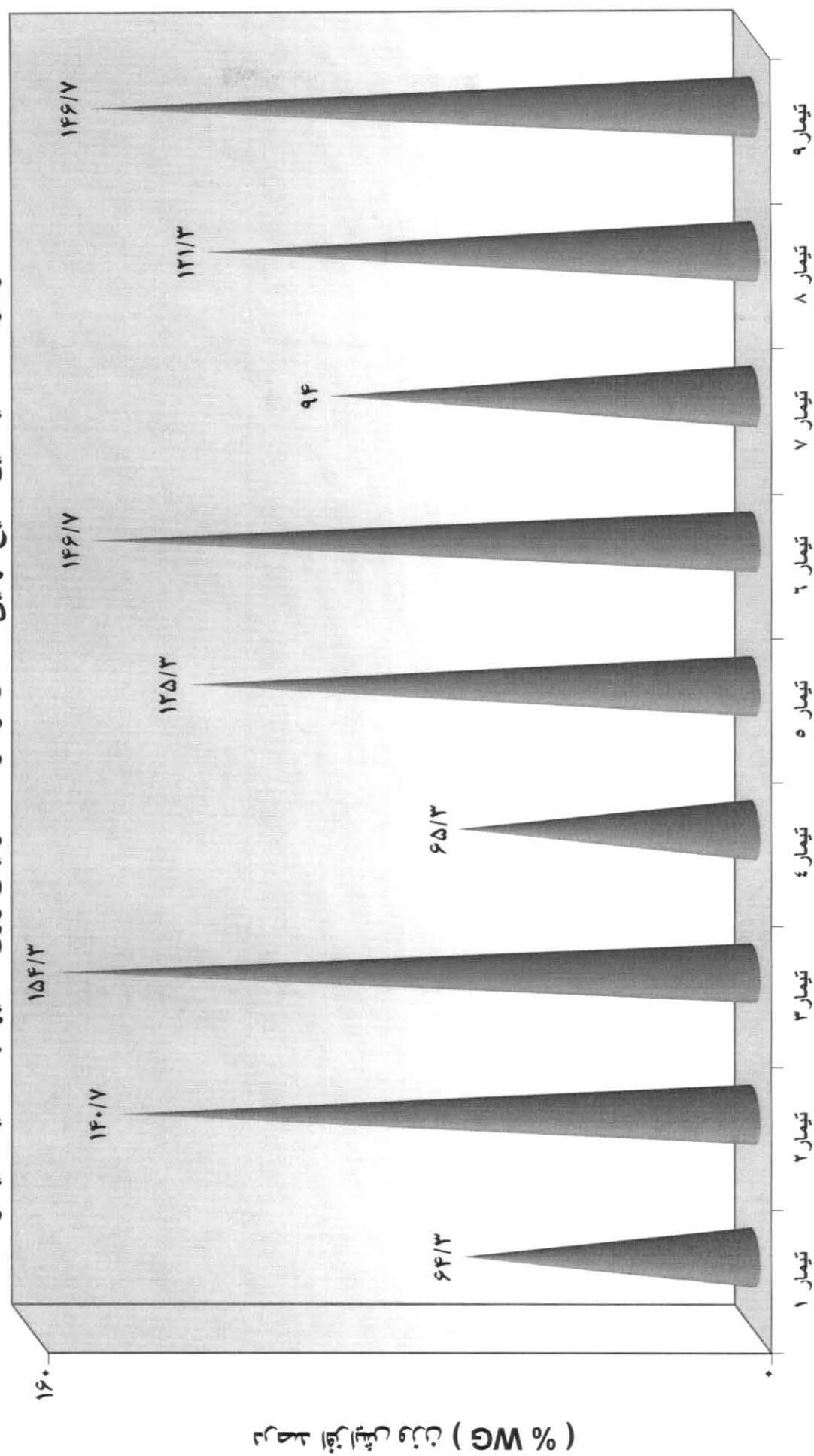
نمودار ۱۲- میانگین نتایج حاصل از طول نهایی ماهیها به تفکیک تیمار



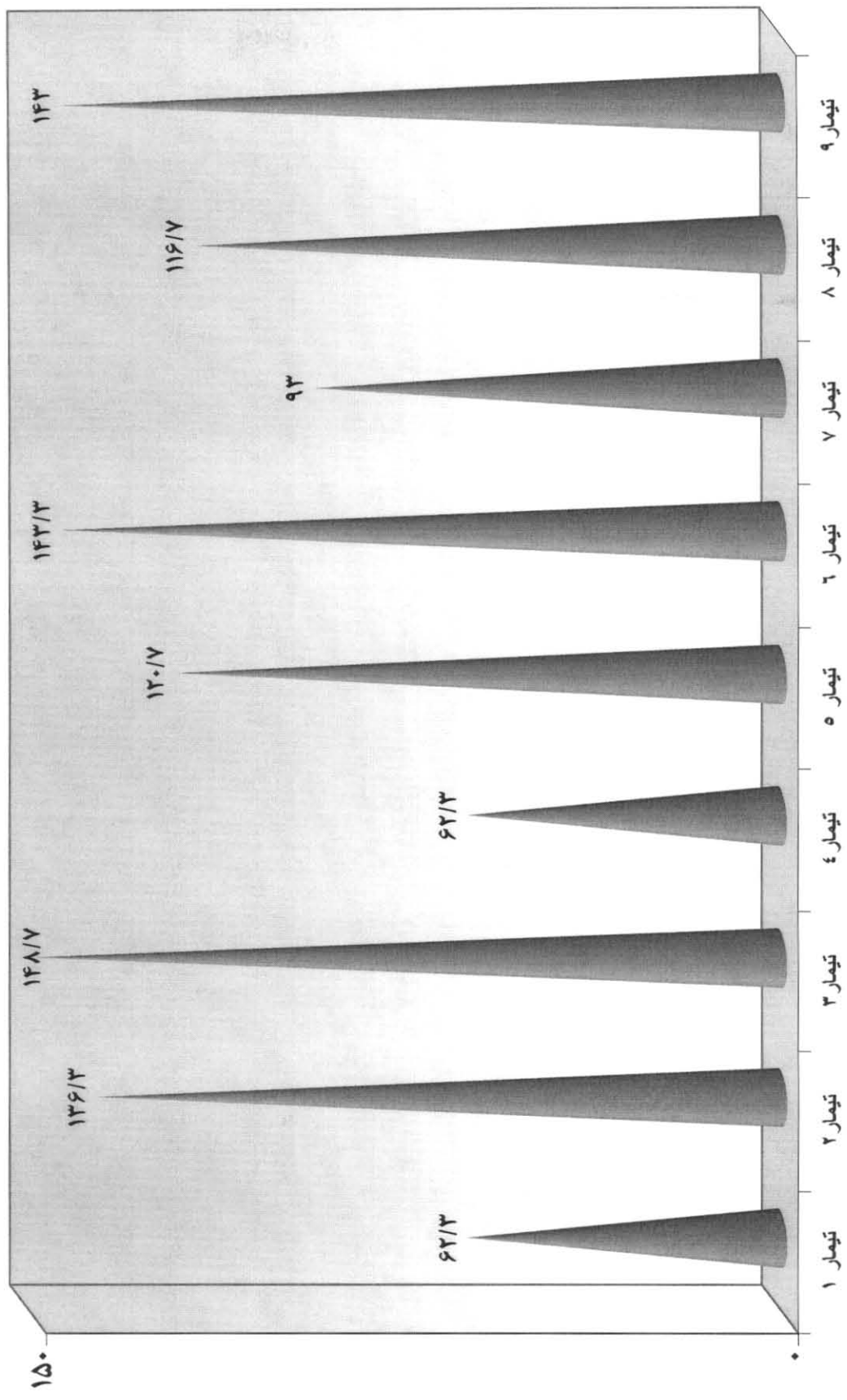
نمودار ۱۳ - میانگین نتایج نهایی حاصل از شاخص وضعیت ماهیها به تفکیک تیمار



نمودار ۱۴- میانگین نتایج نهایی حاصل از درصد افزایش وزن ماهیها به تفکیک تیمار

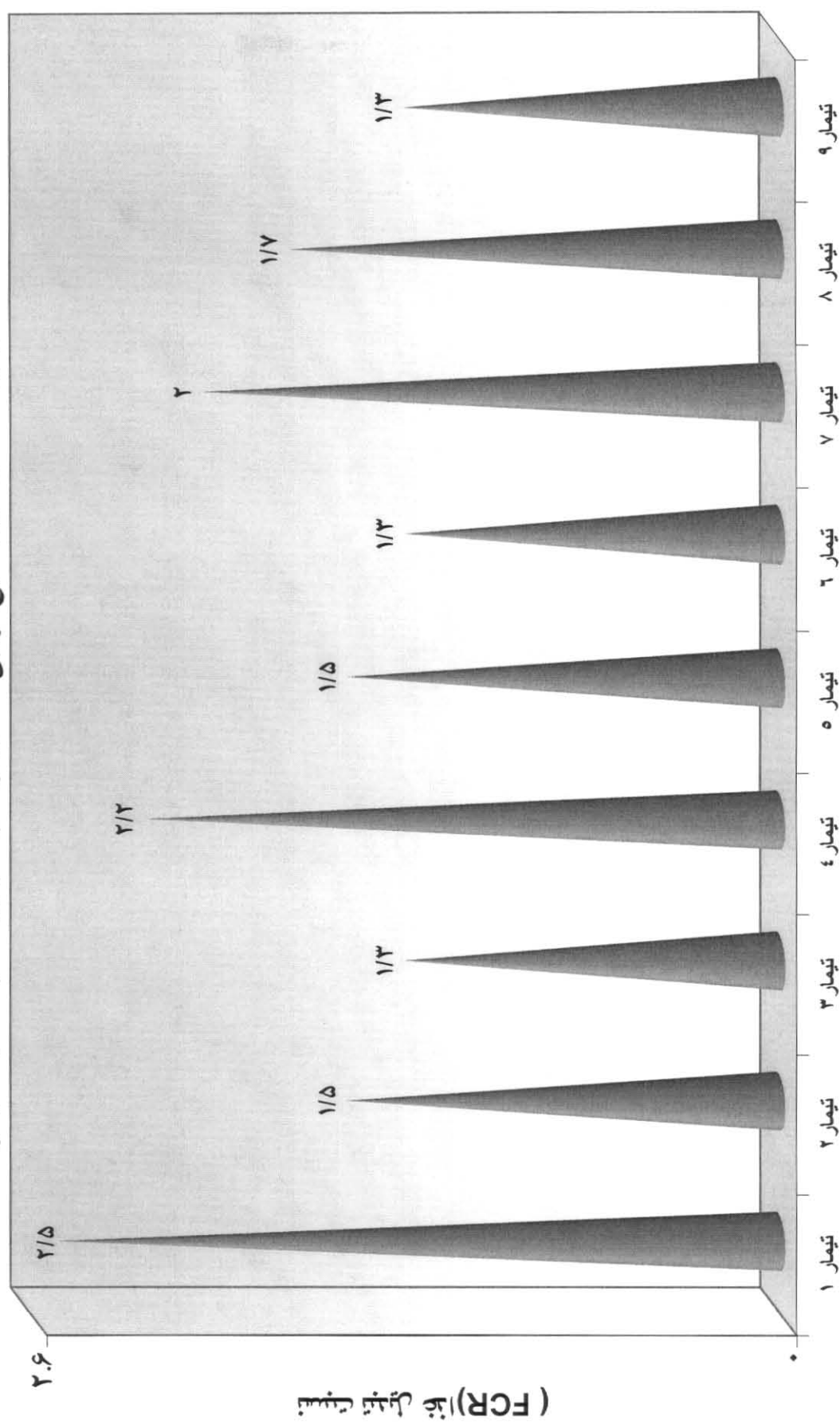


نمودار ۱۵- میانگین نتایج نهایی حاصل از در صد متوسط رشد روزانه ماهیها به تفکیک تیمار

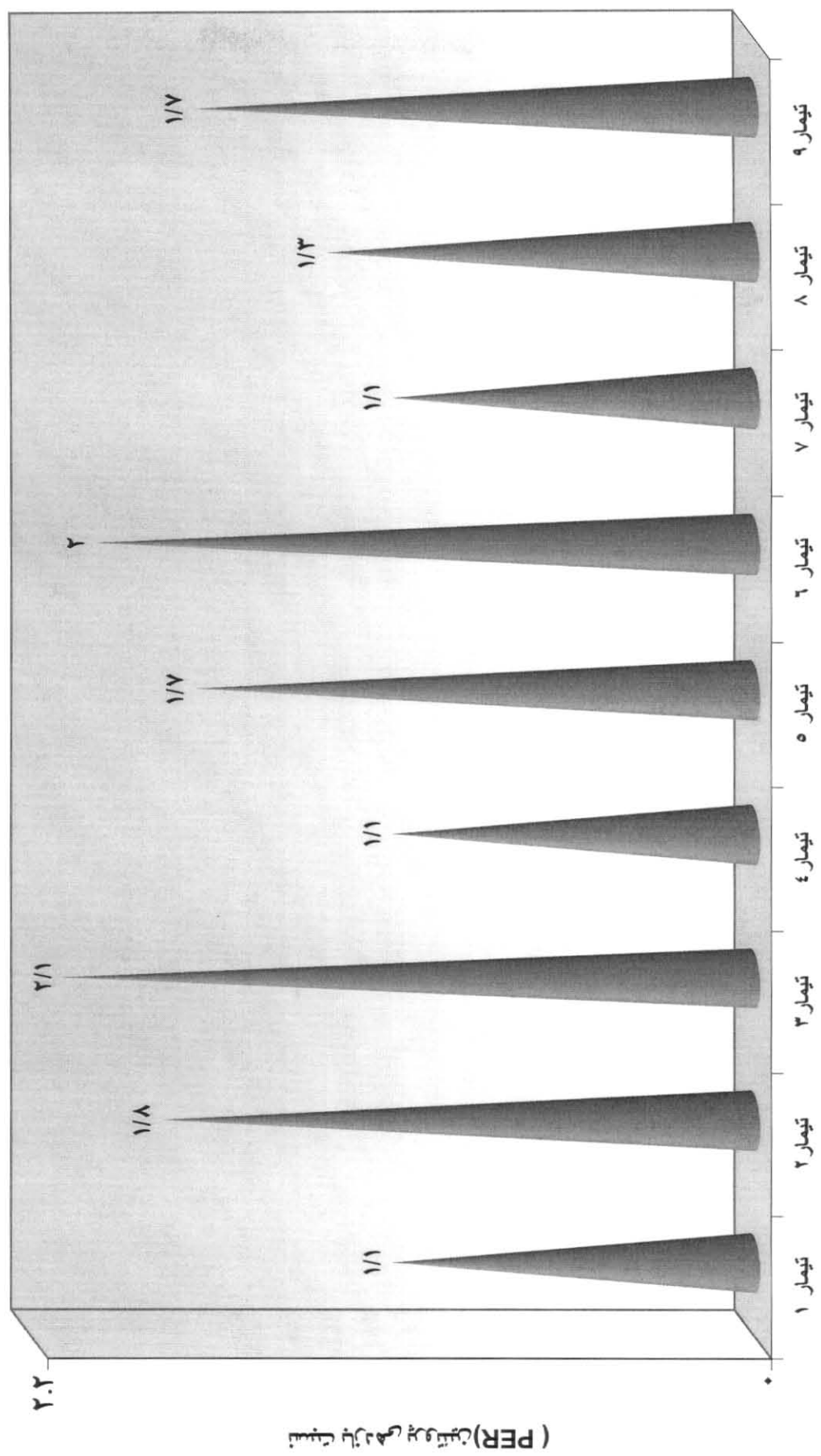


(% ADG) در صد متوسط رشد روزانه

نمودار ۱۶- میانگین نتایج نهایی حاصل از نسبت تبدیل غذا به تفکیک تیمار

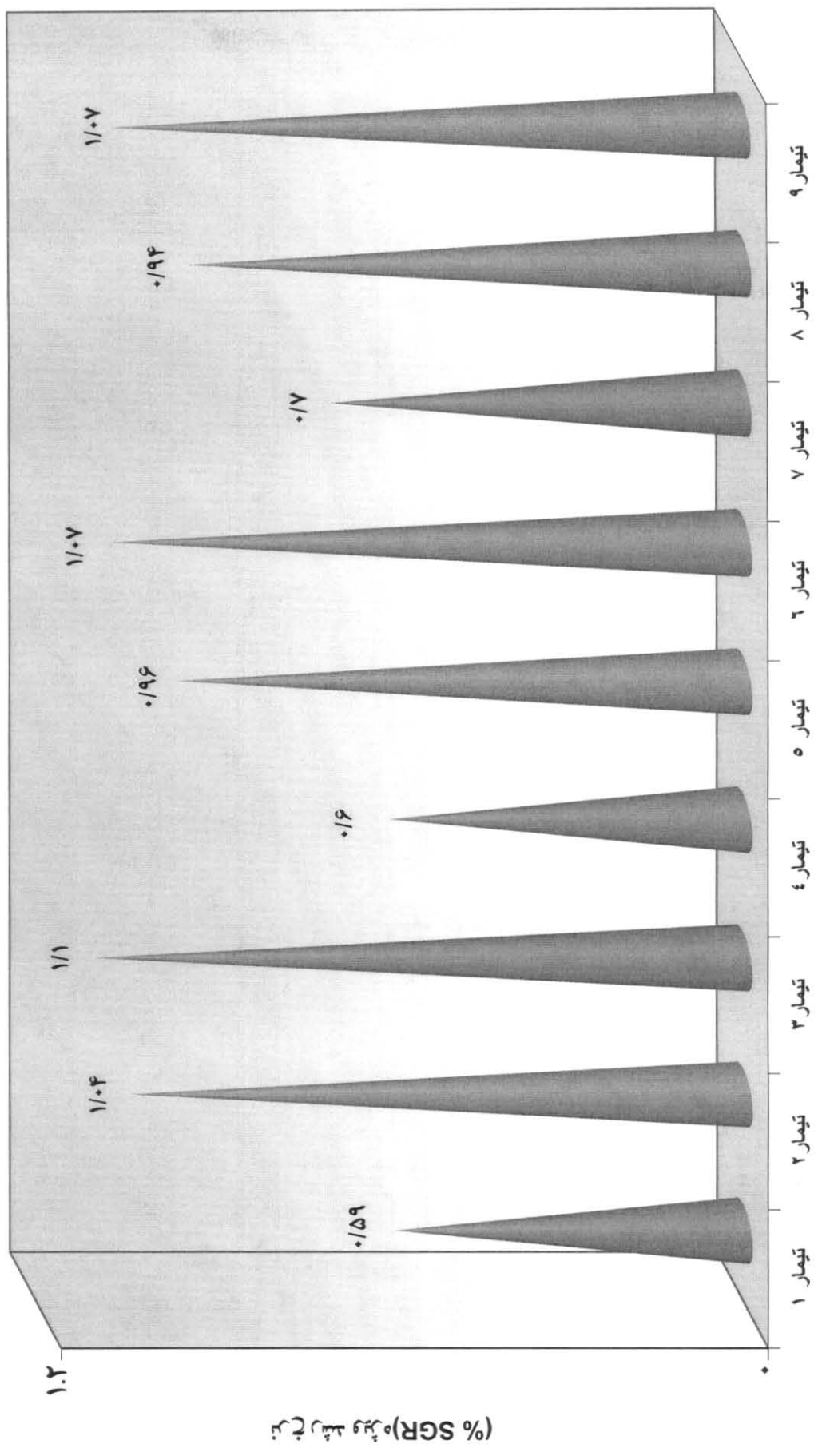


نمودار ۱۷- میانگین نتایج نهایی حاصل از نسبت بازدهی پروتئین غذا به تفکیک تیمار

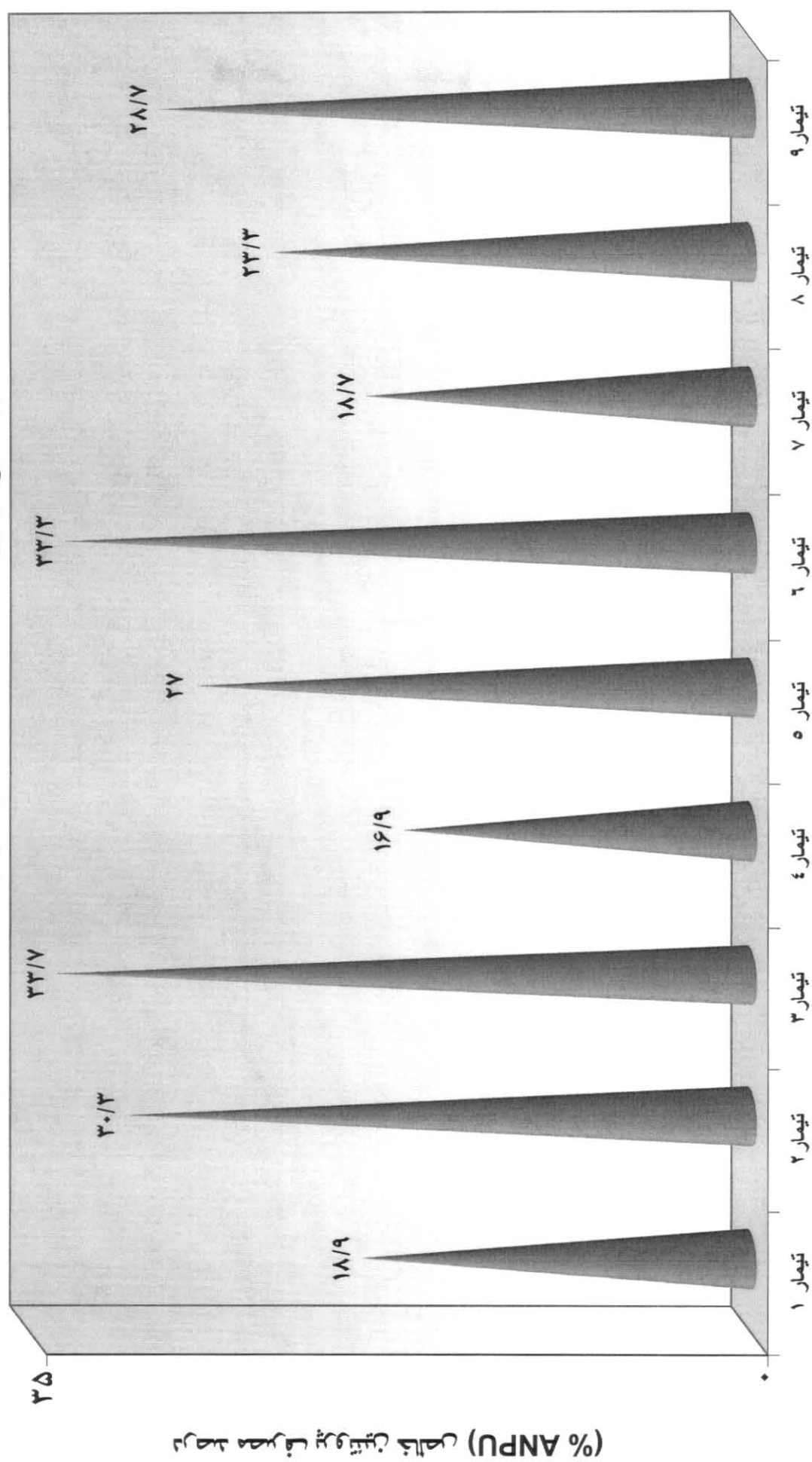




نمودار ۱۸- میانگین نتایج نهایی حاصل از نرخ رشد ویژه ماهیها به تفکیک تیمار



نمودار ۱۹- میانگین نتایج نهایی حاصل از درصد مصرف پروتئین خالص ظاهری به تفکیک تیمار



جدول ۸ نشان می‌دهد که میزان رشد یا درصد افزایش وزن (WG%) در تمام سطوح پروتئین (۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد) با افزایش سطح انرژی از ۳۷۰ (حدود ۱۳/۵ درصد چربی) به ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم (حدود ۲۰ درصد چربی) افزایش یافته و ارقام مربوطه اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند ( $P < 0.05$ ). از طرفی در سطح انرژی ۳۷۰ کیلوکالری بر صد گرم، میزان رشد در سطح پروتئین ۴۵ درصد نسبت به سطوح ۳۵ و ۴۰ درصد بیشتر شده و اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد ( $P < 0.05$ ). ولی در سطوح انرژی ۴۰۰ و ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم، افزایش سطح پروتئین از ۳۵ درصد به ۴۰ درصد هیچگونه اختلاف معنی‌داری در میزان رشد ایجاد نکرد.

بیشترین میزان رشد مربوط به جیره شماره ۳ با پروتئین ۳۵ درصد، انرژی ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم، نسبت پروتئین به انرژی (P/E) معادل ۸۱/۴ میلیگرم پروتئین بر کیلوکالری انرژی و مقدار ۲۰/۶٪ چربی خام بود. بعد از جیره شماره ۳، بهترین رشد در میان جیره‌ها با استفاده از جیره‌های شماره ۶ و ۹ به ترتیب با ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین و انرژی یکسان ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم (حدود ۲۰ درصد چربی) بدست آمد. البته تمام مقادیر رشد مربوط به بالاترین سطح انرژی در هر یک از سطوح پروتئین اختلاف معنی‌داری نداشتند ( $P < 0.05$ ). کمترین مقدار رشد به جیره شماره ۱ با پروتئین ۳۵٪ و انرژی ۳۷۰ کیلوکالری بر صد گرم تعلق داشت.

نسبت تبدیل غذا (جدول ۹) در تمام سطوح پروتئین با افزایش سطح انرژی جیره غذایی کاهش یافت. نتایج نسبت تبدیل غذا در جیره‌های ۳، ۶ و ۹ (سطوح مختلف پروتئین با انرژی یکسان ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم) کاملاً با هم مشابه ضمن اینکه با مقادیر مربوط به جیره‌های شماره‌های ۲، ۵ و ۸ (سطوح مختلف پروتئین با انرژی یکسان ۴۰۰ کیلوکالری بر صد گرم) فاقد اختلاف معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). این در حالی است که نتایج نسبت تبدیل غذا در جیره‌های شماره ۱، ۴ و ۷ با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌دار داشتند ( $P < 0.05$ ). بیشترین مقدار FCR مربوط به جیره شماره یک بود.



جدول ۸- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی میانگین درصد افزایش وزن (%WG):

سطوح پروتئین (%)	سطوح انرژی (Kcal/۱۰۰g)			میانگین
	۳۷۰	۴۰۰	۴۳۰	
۳۵	۶۴/۳ <sup>d</sup>	۱۴۰/۷ <sup>a</sup>	۱۵۴/۳ <sup>a</sup>	۱۱۹/۸ <sup>A</sup>
۴۰	۶۵/۳ <sup>d</sup>	۱۲۵/۳ <sup>b</sup>	۱۴۶/۷ <sup>a</sup>	۱۱۲/۴ <sup>A</sup>
۴۵	۹۴/۰ <sup>c</sup>	۱۲۱/۳ <sup>b</sup>	۱۴۶/۷ <sup>a</sup>	۱۲۰/۷ <sup>A</sup>
میانگین	۷۴/۵ <sup>C</sup>	۱۲۹/۱ <sup>B</sup>	۱۴۹/۲ <sup>A</sup>	۱۱۷/۶

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

جدول ۹- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر میانگین نسبت تبدیل غذا (FCR):

سطوح پروتئین (%)	سطوح انرژی (Kcal/۱۰۰g)			میانگین
	۳۷۰	۴۰۰	۴۳۰	
۳۵	۲/۶ <sup>a</sup>	۱/۵ <sup>d</sup>	۱/۳ <sup>d</sup>	۱/۸ <sup>A</sup>
۴۰	۲/۲ <sup>ab</sup>	۱/۵ <sup>d</sup>	۱/۳ <sup>d</sup>	۱/۷ <sup>A</sup>
۴۵	۲/۰ <sup>bc</sup>	۱/۷ <sup>cd</sup>	۱/۳ <sup>d</sup>	۱/۶ <sup>A</sup>
میانگین	۲/۳ <sup>A</sup>	۱/۶ <sup>B</sup>	۱/۳ <sup>C</sup>	۱/۷

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

نسبت بازدهی پروتئین (جدول ۱۰) در هر یک از سطوح پروتئین با افزایش سطح انرژی افزایش یافت و بیشترین مقدار آن مربوط به جیره شماره ۳ بود. در هر یک از سطوح انرژی، بیشترین مقدار PER مربوط به جیره دارای سطح پروتئین ۳۵٪ بود.

نرخ رشد ویژه ماهیها (جدول ۱۱) در هر یک از سطوح پروتئین، تحت تأثیر مقادیر مختلف انرژی قرار داشت، بطوریکه با افزایش مقدار انرژی جیره غذایی در هر یک از سطوح پروتئین، نرخ رشد ویژه بهبود داشت ولی بیشترین مقدار آن با استفاده از جیره شماره ۳ بدست آمد هرچند با مقادیر مربوط به جیره شماره های ۲، ۶ و ۹ اختلاف معنی داری نداشت ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱۰- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر میانگین نسبت بازدهی پروتئین (PER):

میانگین	سطوح انرژی (Kcal/۱۰۰g)			سطوح پروتئین (%)
	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	
۱/۷ A	۲/۱ a	۱/۸ bc	۱/۱ d	۳۵
۱/۶ A	۲/۰ ab	۱/۷ c	۱/۱ d	۴۰
۱/۴ B	۱/۷ c	۱/۳ d	۱/۱ d	۴۵
۱/۵	۱/۹ A	۱/۶ B	۱/۱ C	میانگین

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱۱- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر میانگین نرخ رشد ویژه (SGR):

میانگین	سطوح انرژی (Kcal/۱۰۰g)			سطوح پروتئین (%)
	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	
۰/۹۱ AB	۱/۱۰ a	۱/۰۴ a	۰/۵۹ d	۳۵
۰/۸۸ B	۱/۰۷ a	۰/۹۶ b	۰/۶۰ d	۴۰
۰/۹۳ A	۱/۰۷ a	۰/۹۴ b	۰/۷۰ c	۴۵
۰/۹۱	۱/۰۸ A	۰/۹۸ B	۰/۶۶ C	میانگین

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

درصد رشد متوسط روزانه (جدول ۱۲) نیز متناسب با افزایش میزان انرژی در هر یک از سطوح پروتئین افزایش یافت بطوریکه بیشترین مقدار آن در سطح انرژی ۴۳۰ بدست آمد. میانگینهای درصد رشد متوسط در سطوح مختلف پروتئین تقریباً نزدیک به هم ولی اختلاف آنها در مورد سطوح مختلف انرژی کاملاً معنی دار بود ( $P < 0.05$ ).

همانگونه که در جدول ۱۳ مشاهده می شود، شاخص وضعیت که نمایانگر چاقی یا لاغری ماهی است در مورد ماهیانی که از جیره شماره ۲، ۳، ۶ و ۹ تغذیه کردند اختلاف معنی داری باهم نداشت ( $P < 0.05$ ) هرچند بیشترین مقدار آن با استفاده از جیره شماره ۳ بدست آمد. شاخص وضعیت در مورد هر یک از سطوح پروتئین فاقد اختلاف معنی دار در حالیکه در مورد سطوح

مختلف انرژی معنی دار بود ( $P < 0.05$ ).

بیشترین درصد مصرف پروتئین خالص ظاهری یا درصد ذخیره پروتئین (جدول ۱۴) با استفاده از جیره دارای کمترین مقدار پروتئین (۳۵٪) و بیشترین مقدار انرژی (۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم) حاصل گردید. افزایش بیشتر سطح پروتئین همراه با کاهش بیشتر سطح انرژی باعث پایین آمدن درصد ذخیره پروتئین در بدن ماهی شد. میزان ذخیره پروتئین در ماهیهای تغذیه شده از جیره‌های شماره ۱، ۲ و ۳ با سطح پروتئین مشابه ۳۵ درصد نسبت به سایر جیره‌ها با سطوح پروتئین بالاتر افزایش داشت. میزان ذخیره پروتئین در بالاترین سطح انرژی (۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم) مربوط به هر یک از سطوح پروتئین اختلاف معنی داری نداشت ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱۲- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی میانگین درصد رشد متوسط روزانه (ADG %):

میانگین	سطوح انرژی (Kcal/۱۰۰g)			سطوح پروتئین (%)
	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	
۱۱۵/۸ <sup>AB</sup>	۱۴۸/۷ <sup>a</sup>	۱۳۶/۳ <sup>a</sup>	۶۲/۳ <sup>d</sup>	۳۵
۱۰۸/۷ <sup>B</sup>	۱۴۳/۳ <sup>a</sup>	۱۲۰/۷ <sup>b</sup>	۶۲/۳ <sup>d</sup>	۴۰
۱۱۷/۵ <sup>A</sup>	۱۴۳/۰ <sup>a</sup>	۱۱۶/۷ <sup>b</sup>	۹۳/۰ <sup>c</sup>	۴۵
۱۱۴/۰	۱۴۵/۰ <sup>A</sup>	۱۲۴/۵ <sup>B</sup>	۷۲/۴ <sup>C</sup>	میانگین

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱۳- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی میانگین شاخص وضعیت (CF):

میانگین	سطوح انرژی (Kcal/۱۰۰g)			سطوح پروتئین (%)
	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	
۱/۲۲ <sup>A</sup>	۱/۳۲ <sup>a</sup>	۱/۳۱ <sup>a</sup>	۱/۰۵ <sup>d</sup>	۳۵
۱/۱۹ <sup>A</sup>	۱/۲۹ <sup>a</sup>	۱/۲۲ <sup>b</sup>	۱/۰۶ <sup>d</sup>	۴۰
۱/۲۲ <sup>A</sup>	۱/۲۹ <sup>a</sup>	۱/۲۲ <sup>bc</sup>	۱/۱۶ <sup>c</sup>	۴۵
۱/۲۱	۱/۳۰ <sup>A</sup>	۱/۲۵ <sup>B</sup>	۱/۰۹ <sup>C</sup>	میانگین

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱۴- تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی میانگین درصد مصرف پروتئین خالص  
ظاهری یا ذخیره پروتئین (ANPU % یا DP %):

میانگین	سطوح انرژی (Kcal/۱۰۰g)			سطوح پروتئین (%)
	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	
۲۷/۵ <sup>A</sup>	۳۳/۷ <sup>a</sup>	۳۰/۳ <sup>ab</sup>	۱۸/۷ <sup>de</sup>	۳۵
۲۵/۷ <sup>AB</sup>	۳۳/۳ <sup>a</sup>	۲۷/۰ <sup>bc</sup>	۱۶/۹ <sup>e</sup>	۴۰
۲۳/۷ <sup>B</sup>	۲۸/۷ <sup>abc</sup>	۲۳/۳ <sup>cd</sup>	۱۸/۹ <sup>de</sup>	۴۵
۲۵/۶	۳۱/۷ <sup>A</sup>	۲۶/۹ <sup>B</sup>	۱۸/۸ <sup>C</sup>	میانگین

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

نتایج حاصل از تأثیر جداگانه سطوح مختلف پروتئین بر روی عملکرد رشد ماهیها (جدول ۱۵) نشان می دهد که سطوح مختلف پروتئین در مجموع تأثیر معنی داری بر روی عملکرد رشد نداشته است و به عبارتی دیگر عملکرد رشد ماهیها با استفاده از جیره های غذایی دارای سطوح پروتئین ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد تقریباً یکسان بوده است ( $P < 0.05$ ). این در حالی است که هر یک از سطوح انرژی جیره غذایی عملکرد رشد کاملاً متفاوت و معنی داری را در ماهیها به همراه داشته است (جدول ۱۶)، بطوریکه با افزایش سطح انرژی جیره غذایی عملکرد رشد ماهیها در حد قابل توجهی بهبود یافته و تفاوتها معنی دار است ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱۷ روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره های غذایی بر روی عملکرد رشد ماهیها را از طریق مقایسه میانگین ها نشان می دهد. نکته قابل توجه در این جدول برتری همه جانبه ماهیهای تغذیه شده از جیره شماره ۳ (۳۵ درصد پروتئین، ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم انرژی و نسبت P/E معادل ۸۱/۴ میلی گرم پروتئین بر کیلوکالری انرژی) می باشد. در مقابل جیره شماره یک بدترین وضعیت را از لحاظ عملکرد رشد داشته است و فقط در مورد فاکتور ANPU برتری غیر معنی داری نسبت به جیره های ۴ و ۷ داشته است.

جدول ۱۵- تأثیر سطوح مختلف پروتئین بر روی میانگین فاکتورهای رشد

سطوح پروتئین (%)			فاکتورهای رشد
۴۵	۴۰	۳۵	
۱۲۰/۷ <sup>A</sup>	۱۱۲/۴ <sup>A</sup>	۱۱۹/۸ <sup>A</sup>	درصد افزایش وزن (%WG)
۱/۶ <sup>A</sup>	۱/۷ <sup>A</sup>	۱/۸ <sup>A</sup>	نسبت تبدیل غذا (FCR)
۱/۴ <sup>B</sup>	۱/۶ <sup>A</sup>	۱/۷ <sup>A</sup>	نسبت بازدهی پروتئین (PER)
۰/۹۳ <sup>A</sup>	۰/۸۸ <sup>B</sup>	۰/۹۱ <sup>AB</sup>	نرخ رشد ویژه (SGR)
۱/۲۲ <sup>A</sup>	۱/۱۹ <sup>A</sup>	۱/۲۲ <sup>A</sup>	شاخص وضعیت (CF)
۲۳/۷ <sup>B</sup>	۲۵/۷ <sup>AB</sup>	۲۷/۵ <sup>A</sup>	درصد مصرف پروتئین خالص (%ANPU)
۱۱۷/۵ <sup>A</sup>	۱۰۸/۷ <sup>B</sup>	۱۱۵/۸ <sup>AB</sup>	درصد متوسط رشد روزانه (%ADG)

اعدادی که در هر ردیف حروف یکسان بر روی آنها درج شده اختلاف معنی دار ندارند ( $P < 0.05$ )

جدول ۱۶- تأثیر سطوح مختلف انرژی بر روی میانگین فاکتورهای رشد

سطوح انرژی (Kcal/۱۰۰g)			فاکتورهای رشد
۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	
۱۴۹/۲ <sup>A</sup>	۱۲۹/۱ <sup>B</sup>	۷۴/۵ <sup>C</sup>	درصد افزایش وزن (%WG)
۱/۳ <sup>C</sup>	۱/۶ <sup>B</sup>	۲/۳ <sup>A</sup>	نسبت تبدیل غذا (FCR)
۱/۹ <sup>A</sup>	۱/۶ <sup>B</sup>	۱/۱ <sup>C</sup>	نسبت تبدیل پروتئین (PER)
۱/۰۸ <sup>A</sup>	۰/۹۸ <sup>B</sup>	۰/۶۶ <sup>C</sup>	نرخ رشد ویژه (SGR)
۱/۳۰ <sup>A</sup>	۱/۲۵ <sup>B</sup>	۱/۰۹ <sup>C</sup>	شاخص وضعیت (CF)
۳۱/۷ <sup>A</sup>	۲۶/۹ <sup>B</sup>	۱۸/۸ <sup>C</sup>	درصد مصرف پروتئین خالص (%ANPU)
۱۴۵ <sup>A</sup>	۱۲۴/۸ <sup>B</sup>	۷۲/۴ <sup>C</sup>	درصد متوسط رشد روزانه (%ADG)

اعدادی که در هر ردیف حروف یکسان بر روی آنها درج شده اختلاف معنی دار ندارند ( $P < 0.05$ )



جدول ۱۷- تأثیر روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره‌های آزمایشی بر روی عملکرد رشد ماهیها ( $\bar{X} \pm SE$ )

شماره تیمار									فاکتورهای رشد
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۸۲	۸۱	۸۳	۸۲	۸۱	۸۰	۸۱	۸۲	۸۱	میانگین وزن اولیه (گرم)
۲۰۲±۲/۵	۱۷۹±۳/۵	۱۶۱±۷/۴	۲۰۳±۴/۵	۱۸۳±۵/۵	۱۳۲±۳	۲۰۶±۱۲/۱	۱۹۷±۱۲/۷	۱۳۳±۹	میانگین وزن نهایی (گرم)
۱۴۶/۷ <sup>a</sup> ±۳	۱۲۱/۳ <sup>b</sup> ±۴/۵	۹۴ <sup>c</sup> ±۸/۹	۱۴۶/۷ <sup>a</sup> ±۵/۵	۱۲۵/۳ <sup>b</sup> ±۶/۶	۶۵/۳ <sup>d</sup> ±۴	۱۵۴/۳ <sup>a</sup> ±۱۵/۲	۱۴۰/۷ <sup>a</sup> ±۱۳/۶	۶۴/۳ <sup>d</sup> ±۱۱/۲	درصد افزایش وزن (%WG)
۱۴۳ <sup>a</sup> ±۳	۱۱۶/۷ <sup>b</sup> ±۴	۹۳ <sup>c</sup> ±۸/۹	۱۴۳/۳ <sup>a</sup> ±۵	۱۲۰/۷ <sup>b</sup> ±۶/۴	۶۲/۳ <sup>d</sup> ±۳/۶	۱۴۸/۷ <sup>a</sup> ±۱۴/۶	۱۳۶/۳ <sup>a</sup> ±۱۵	۶۲/۳ <sup>d</sup> ±۱۱/۱	درصد رشد متوسط وزانه (%ADG)
۱/۳ <sup>d</sup> ±۰/۱	۱/۷ <sup>cd</sup> ±۰/۱	۲ <sup>bc</sup> ±۰/۱۵	۱/۳ <sup>d</sup> ±۰/۰	۱/۵ <sup>d</sup> ±۰/۰	۲/۲ <sup>ab</sup> ±۰/۲	۱/۳ <sup>d</sup> ±۰/۱۱	۱/۵ <sup>d</sup> ±۰/۲	۲/۶ <sup>a</sup> ±۰/۵	نسبت تبدیل غذا (FCR)
۱/۷ <sup>c</sup> ±۰/۱	۱/۳ <sup>d</sup> ±۰/۱	۱/۱ <sup>d</sup> ±۰/۱	۳ <sup>ab</sup> ±۰/۰	۱/۷ <sup>c</sup> ±۰/۰	۱/۱ <sup>d</sup> ±۰/۱۷	۲/۱ <sup>a</sup> ±۰/۱۷	۱/۸ <sup>bc</sup> ±۰/۲۱	۱/۱ <sup>d</sup> ±۰/۲	نسبت بازدهی پروتئین (PER)
۱/۰۷ <sup>a</sup> ±۰/۰۱	۰/۹۴ <sup>b</sup> ±۰/۰۲	۰/۷ <sup>c</sup> ±۰/۰۵	۱/۰۷ <sup>a</sup> ±۰/۰۳	۰/۹۶ <sup>b</sup> ±۰/۰۳	۰/۶ <sup>d</sup> ±۰/۰۲	۱/۱ <sup>a</sup> ±۰/۰۷	۱/۰۴ <sup>a</sup> ±۰/۰۷	۰/۵۹ <sup>d</sup> ±۰/۰۸	نرخ رشد ویژه (SGR)
۱/۲۹ <sup>a</sup> ±۰/۰۱	۱/۲۲ <sup>bc</sup> ±۰/۰۵	۱/۱۶ <sup>c</sup> ±۰/۰۵	۱/۲۹ <sup>a</sup> ±۰/۰۵	۱/۲۲ <sup>b</sup> ±۰/۰۲	۱/۰۶ <sup>d</sup> ±۰/۰۳	۱/۳۲ <sup>a</sup> ±۰/۰۵	۱/۳۱ <sup>a</sup> ±۰/۰۲	۱/۰۵ <sup>d</sup> ±۰/۰۳	شاخص وضعیت (CF)
۲۸/۷ <sup>abc</sup> ±۱/۸	۲۳/۳ <sup>cd</sup> ±۱/۸	۱۸/۷ <sup>de</sup> ±۱/۳	۳۳/۳ <sup>a</sup> ±۰/۱	۲۷ <sup>bc</sup> ±۰/۸	۱۶/۹ <sup>c</sup> ±۲/۸	۳۳/۷ <sup>a</sup> ±۳/۷	۳۰/۳ <sup>ab</sup> ±۵/۲	۱۸/۹ <sup>de</sup> ±۴/۲	درصد مصرف پروتئین خالص یا ذخیره پروتئین (%ANPU)

اعدادی که در هر ردیف حروف یکسان بر روی آنها درج شده اختلاف معنی دار ندارند ( $P < 0.05$ ).

## ۵- نتایج حاصل از تجزیه لاشه ماهیها در پایان دوره پرورش و آنالیز آماری داده‌ها

به منظور تجزیه لاشه ماهیها، در زمان برداشت از هر تکرار ۲ ماهی بطور تصادفی انتخاب و بلافاصله منجمد و سپس به آزمایشگاه فرستاده شد. تجزیه لاشه با استفاده از ماهی کامل چرخ شده انجام گردید. تجزیه داده‌ها از طریق نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن صورت گرفت.

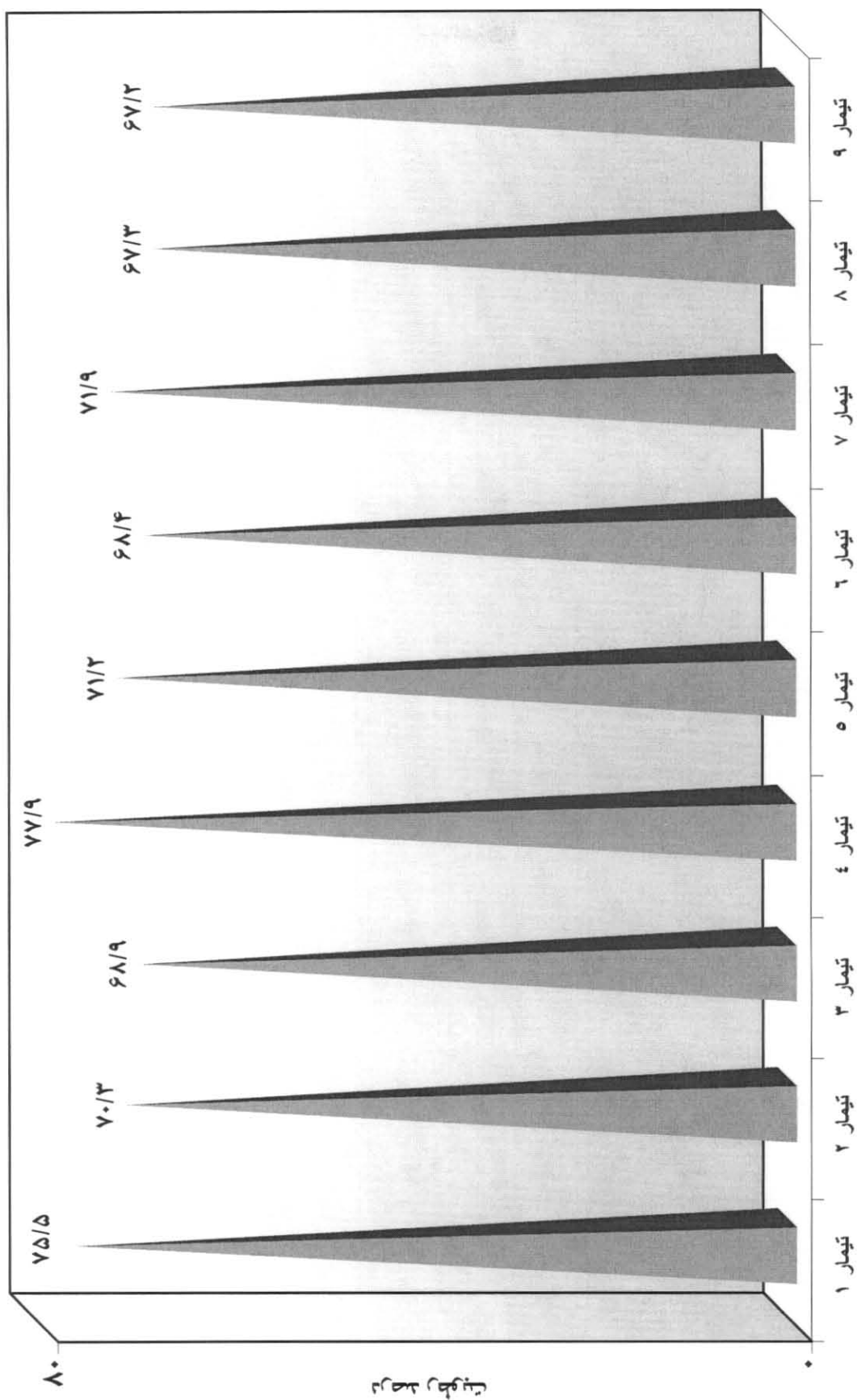
نمودارهای ۲۰ تا ۲۳ داده‌های خام حاصل از تجزیه لاشه ماهیها را در پایان آزمایش به تفکیک تیمارها نشان می‌دهد. ارقام ارائه شده میانگین تکرارهای هر تیمار می‌باشد.

تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی هر یک از فاکتورهای اندازه‌گیری شده لاشه، تأثیر جداگانه پروتئین و انرژی بر روی ترکیب لاشه و همچنین روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر ترکیب لاشه در جداول ۱۸ تا ۲۶ ارائه شده است.

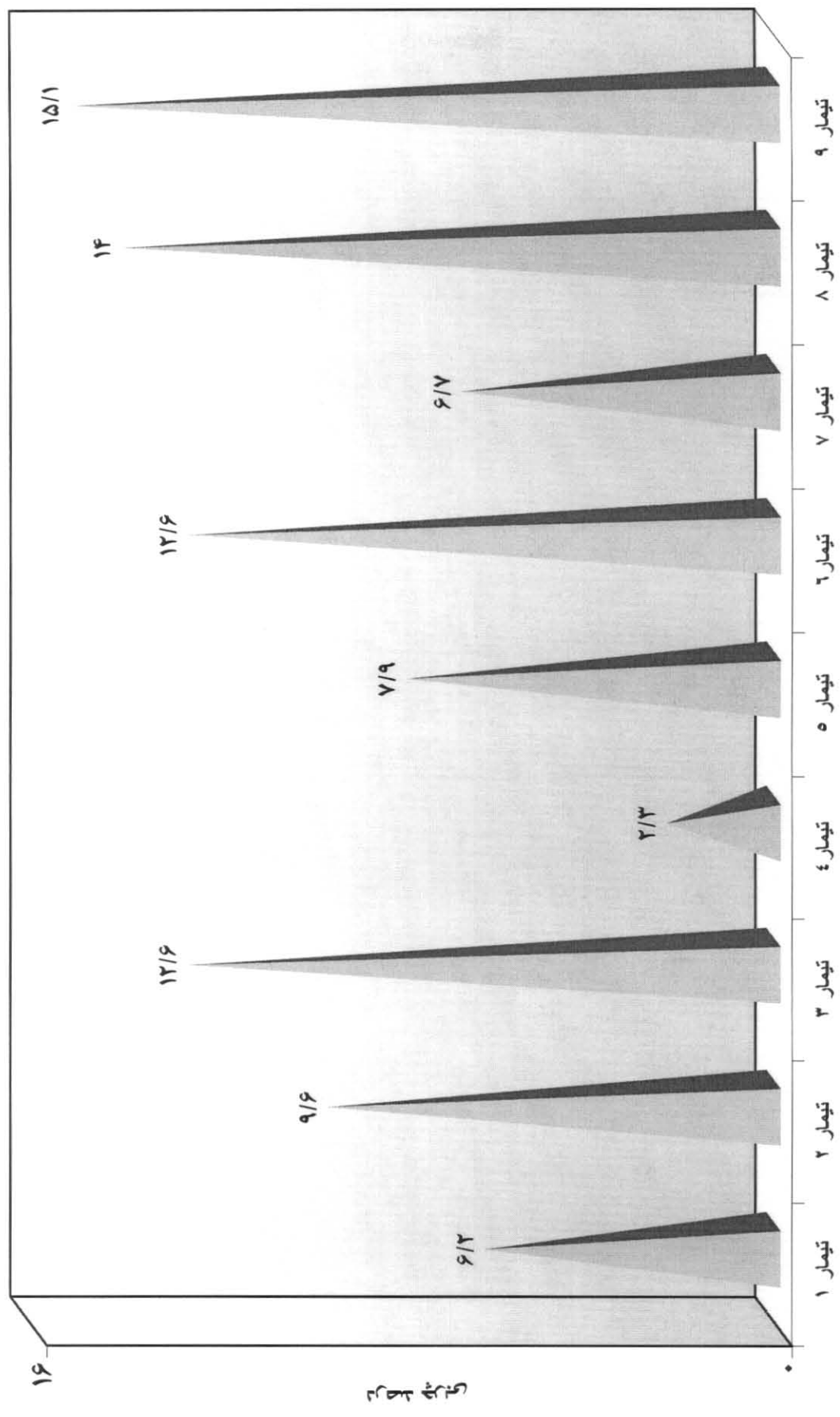
داده‌های ارائه شده در جدول ۱۸ بیانگر تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی رطوبت نهایی لاشه است. با افزایش میزان انرژی در هر یک از سطوح پروتئین و همچنین با افزایش میزان پروتئین در هر یک از سطوح انرژی میزان رطوبت لاشه کاهش یافته و اختلاف بین آنها معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ). بیشترین میزان رطوبت مربوط به جیره شماره ۴ (۴۰٪ پروتئین خام، ۳۷۰ کیلوکالری برصد گرم انرژی و ۱۳/۵٪ چربی خام) و کمترین میزان رطوبت مربوط به جیره شماره ۹ (۴۵٪ پروتئین، ۴۳۰ کیلوکالری برصد گرم انرژی و ۱۹/۷٪ چربی خام) بود.

هیچگونه رابطه منظم و معنی‌داری در مورد مقدار پروتئین خام لاشه در تیمارهای مختلف مشاهده نگردید (جدول ۱۹)، بطوریکه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری پروتئین خام لاشه‌ها اکثراً به هم نزدیک بودند. به عبارت دیگر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی اختلاف معنی‌داری را در مقدار پروتئین خام لاشه در تیمارهای مختلف ایجاد نکردند ( $P < 0.05$ ). میانگین داده‌های ارائه شده در این جدول نیز نشان می‌دهد که سطوح مختلف انرژی تأثیر معنی‌داری بر روی مقدار پروتئین خام لاشه نگذاشته ولی در مورد سطوح مختلف پروتئین، میانگین داده‌های جدول در سطح پروتئین ۴۵٪ نسبت به دو سطح دیگر بیشتر بوده و با آنها اختلاف معنی‌دار داشت ( $P < 0.05$ ).

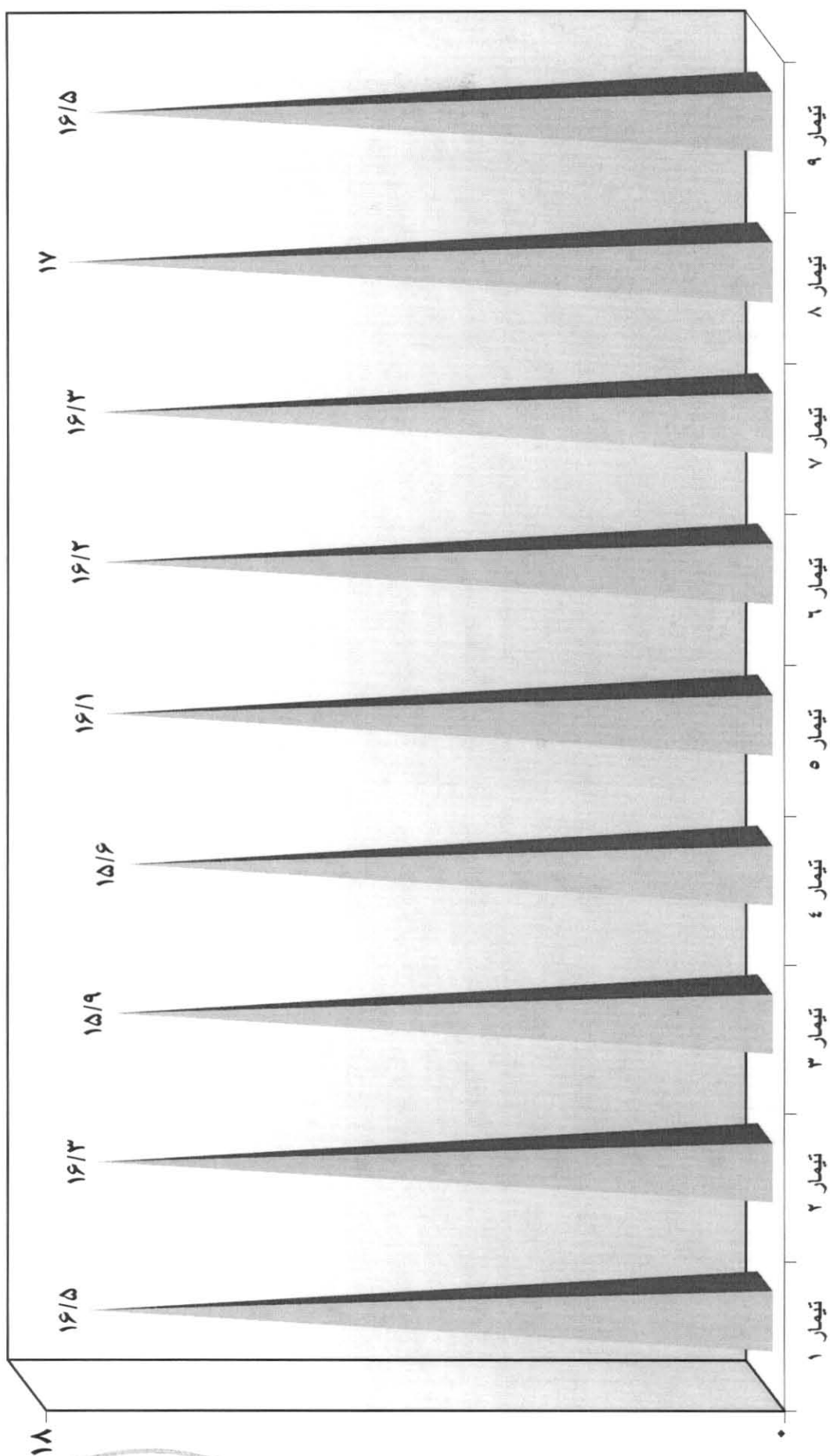
نمودار ۲۰- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری درصد رطوبت لاشه ماهیها در پایان آزمایش به تفکیک تیمار



نمودار ۲۱- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری در صد چربی لاشه ماهیها در پایان آزمایش به تفکیک تیمار

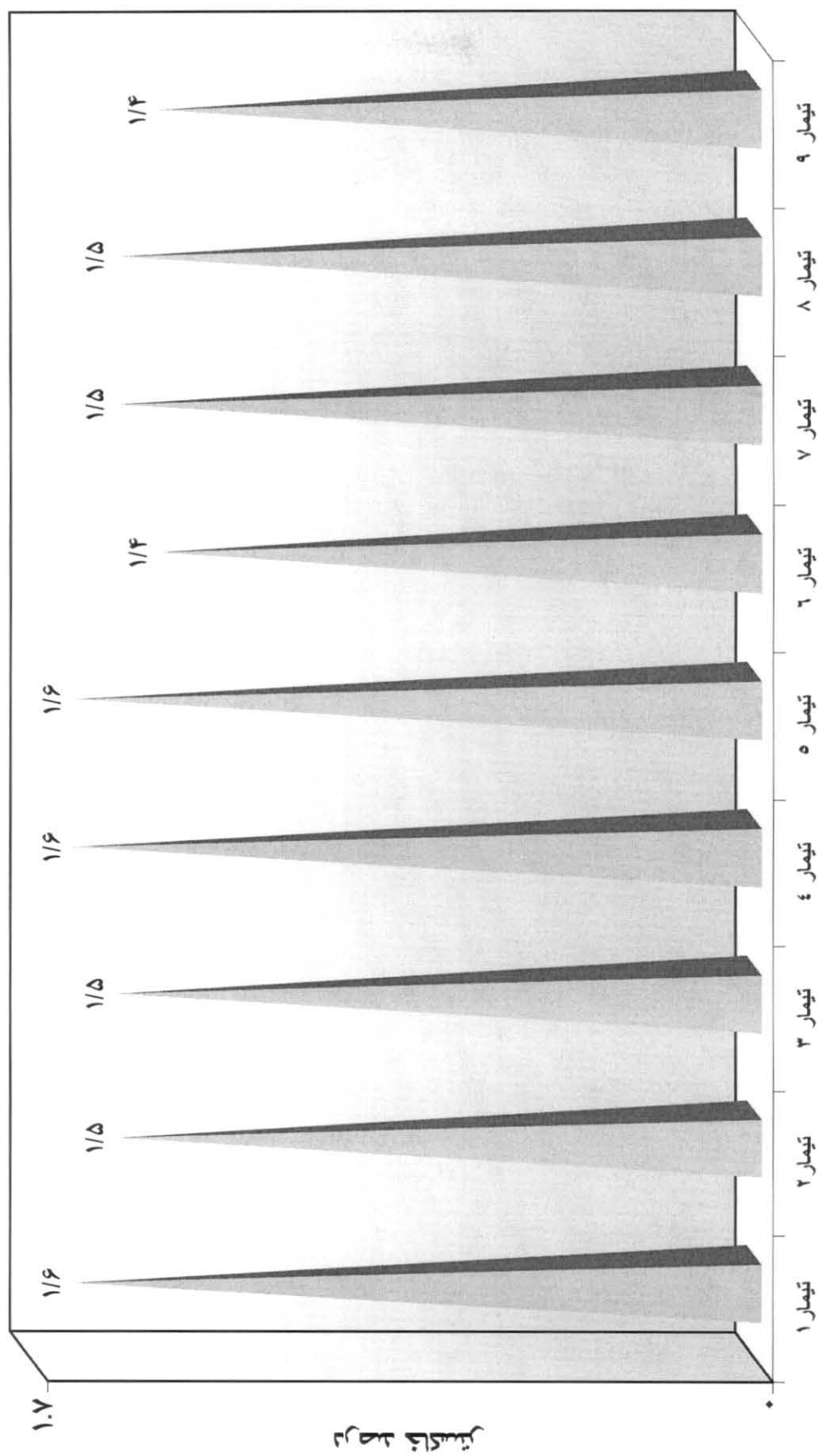


نمودار ۲۲- میانگین نتایج نهایی حاصل از درصد پروتئین لاشه ماهیها در پایان آزمایش به تفکیک تیمار



درصد پروتئین

نمودار ۲۳ - میانگین نتایج نهایی حاصل از اندازه‌گیری درصد خاکستر لاشه ماهیها در پایان آزمایش به تفکیک تیمار



جدول ۱۸- نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی میانگین رطوبت لاشه (%).

سطوح پروتئین	سطوح انرژی			میانگین
	۳۷۰	۴۰۰	۴۳۰	
۳۵	۷۵/۵ <sup>b</sup>	۷۰/۳ <sup>e</sup>	۶۸/۹ <sup>d</sup>	۷۱/۶ <sup>B</sup>
۴۰	۷۷/۹ <sup>a</sup>	۷۱/۲ <sup>c</sup>	۶۸/۴ <sup>e</sup>	۷۲/۵ <sup>A</sup>
۴۵	۷۱/۹ <sup>c</sup>	۶۷/۳ <sup>e</sup>	۶۷/۲ <sup>f</sup>	۶۸/۸ <sup>C</sup>
میانگین	۷۵/۱ <sup>A</sup>	۶۹/۶ <sup>B</sup>	۶۸/۲ <sup>C</sup>	۷۰/۹

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱۹- نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی میانگین پروتئین خام لاشه (%).

سطوح پروتئین	سطوح انرژی			میانگین
	۳۷۰	۴۰۰	۴۳۰	
۳۵	۱۶/۵ <sup>ab</sup>	۱۶/۳ <sup>bc</sup>	۱۵/۹ <sup>cd</sup>	۱۶/۲ <sup>B</sup>
۴۰	۱۵/۶ <sup>d</sup>	۱۶/۱ <sup>bcd</sup>	۱۶/۲ <sup>bc</sup>	۱۶/۰ <sup>B</sup>
۴۵	۱۶/۳ <sup>bc</sup>	۱۷/۰ <sup>a</sup>	۱۶/۵ <sup>ab</sup>	۱۶/۶ <sup>A</sup>
میانگین	۱۶/۱ <sup>A</sup>	۱۶/۴ <sup>A</sup>	۱۶/۲ <sup>A</sup>	۱۶/۲۷

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

داده‌های جدول ۲۰ نشان می‌دهد که چربی خام لاشه تحت تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بوده و مقدار آن در تیمارهای مختلف متفاوت است. در هر یک از سطوح پروتئین با افزایش انرژی جیره غذایی (افزایش درصد چربی جیره) مقدار چربی خام لاشه افزایش یافته و اختلاف آنها کاملاً معنی دار است ( $P < 0.05$ )، بطوریکه بیشترین مقدار چربی لاشه در سطح پروتئین ۴۵٪ و انرژی ۴۳۰ کیلوکالری برصد گرم بدست آمد. در هر یک از سطوح انرژی، متناسب با افزایش سطوح پروتئین رابطه منطقی بین داده‌ها ایجاد نگردید هرچند بیشترین مقدار چربی در سطح پروتئین ۴۵٪ حاصل شد. این در حالی است که میانگین داده‌ها با افزایش سطوح انرژی بطور معنی دار افزایش یافته ولی در مورد سطوح پروتئین، کمترین مقدار در سطح ۴۰٪ و مقادیر بیشتر در سطح ۳۵٪ و سپس ۴۵٪

بدست آمد.

سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی تأثیر زیادی بر روی خاکستر نهایی لاشه نداشت (جدول ۲۱)، بطوریکه مقادیر خاکستر لاشه هر یک از تیمارها به هم نزدیک بوده و اختلاف قابل توجهی نداشتند. میانگین داده‌ها در سطوح مختلف پروتئین کاملاً یکسان ولی با افزایش سطح انرژی علیرغم اختلاف کم، کاهش داشت چنانکه کمترین مقدار خاکستر لاشه مربوط به سطح انرژی ۴۳۰ کیلوکالری برصد گرم بود.

جدول ۲۰- نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی میانگین چربی لاشه (%).

میانگین	سطوح انرژی			سطوح پروتئین
	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	
۹/۵ <sup>B</sup>	۱۲/۶ <sup>c</sup>	۹/۶ <sup>d</sup>	۶/۲ <sup>f</sup>	۳۵
۷/۶ <sup>C</sup>	۱۲/۶ <sup>c</sup>	۷/۹ <sup>e</sup>	۲/۳ <sup>g</sup>	۴۰
۱۱/۹ <sup>A</sup>	۱۵/۱ <sup>a</sup>	۱۴/۰ <sup>b</sup>	۶/۷ <sup>f</sup>	۴۵
۹/۷	۱۳/۴ <sup>A</sup>	۱۰/۵ <sup>B</sup>	۵/۱ <sup>C</sup>	میانگین

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی‌داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

جدول ۲۱- نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر روی میانگین خاکستر لاشه (%).

میانگین	سطوح انرژی			سطوح پروتئین
	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰	
۱/۵ <sup>A</sup>	۱/۵ <sup>ab</sup>	۱/۵ <sup>ab</sup>	۱/۶ <sup>a</sup>	۳۵
۱/۵ <sup>A</sup>	۱/۴ <sup>b</sup>	۱/۶ <sup>a</sup>	۱/۶ <sup>a</sup>	۴۰
۱/۵ <sup>A</sup>	۱/۴ <sup>b</sup>	۱/۵ <sup>ab</sup>	۱/۵ <sup>ab</sup>	۴۵
۱/۵	۱/۴ <sup>B</sup>	۱/۵ <sup>B</sup>	۱/۶ <sup>A</sup>	میانگین

میانگینهای مربوط به روابط متقابل که دارای حروف کوچک مشترک و اثرات اصلی که دارای حروف بزرگ مشترک هستند باهم تفاوت معنی‌داری ندارند ( $P < 0.05$ ).



جدول ۲۲ نشان می‌دهد که از میان فاکتورهای اندازه‌گیری شده لاشه، سطوح مختلف پروتئین جیره بر روی رطوبت و چربی تأثیر معنی‌دار ایجاد کرده ولی این تأثیرات روال منظمی ندارد. این در حالی است که در جدول ۲۳ که تأثیر سطوح انرژی بر ترکیب لاشه را نشان می‌دهد، دو فاکتور فوق در سطوح مختلف انرژی اختلاف معنی‌دار داشته بطوریکه با افزایش سطح انرژی، درصد رطوبت لاشه کاهش و درصد چربی خام لاشه افزایش یافته است. از دیگر نتایج ارائه شده در این دو جدول اینکه تأثیرات جداگانه سطوح پروتئین و انرژی بر روی پروتئین خام و خاکستر ناچیز بوده است.

جدول ۲۴ نتایج کلی حاصل از تأثیر روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره‌های غذایی (نسبتهای مختلف P/E) بر روی ترکیب لاشه را نشان می‌دهد. در این جدول تأثیر معنی‌دار هر یک از جیره‌های غذایی بر درصد رطوبت و چربی لاشه نهایی مشخص بوده ضمن آنکه با ثابت بودن نسبی درصد پروتئین و خاکستر، آب و چربی جایگزین یکدیگر شده‌اند بدین معنی که با کاهش چربی، میزان رطوبت افزایش یافته است.

جدول ۲۲- نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف پروتئین بر روی میانگین ترکیب لاشه

ترکیب لاشه	سطوح پروتئین		
	۳۵	۴۰	۴۵
رطوبت (درصد)	۷۱/۶ <sup>B</sup>	۷۲/۵ <sup>A</sup>	۶۸/۸ <sup>C</sup>
پروتئین خام (درصد)	۱۶/۲ <sup>B</sup>	۱۶/۰ <sup>B</sup>	۱۶/۶ <sup>A</sup>
چربی خام (درصد)	۹/۵ <sup>B</sup>	۷/۶ <sup>C</sup>	۱۱/۹ <sup>A</sup>
خاکستر (درصد)	۱/۵ <sup>A</sup>	۱/۵ <sup>A</sup>	۱/۵ <sup>A</sup>

اعدادی که در هر ردیف حروف یکسان بر روی آنها درج شده اختلاف معنی‌دار ندارند ( $P < 0.05$ )

جدول ۲۳- نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف انرژی بر روی میانگین ترکیب لاشه

ترکیب لاشه	سطوح انرژی		
	۳۷۰	۴۰۰	۴۳۰
رطوبت (درصد)	۷۵/۱ <sup>A</sup>	۶۹/۶ <sup>B</sup>	۶۸/۲ <sup>C</sup>
پروتئین خام (درصد)	۱۶/۱ <sup>A</sup>	۱۶/۴ <sup>A</sup>	۱۶/۲ <sup>A</sup>
چربی خام (درصد)	۵/۱ <sup>C</sup>	۱۰/۵ <sup>B</sup>	۱۳/۴ <sup>A</sup>
خاکستر (درصد)	۱/۶ <sup>A</sup>	۱/۵ <sup>B</sup>	۱/۴ <sup>B</sup>

اعدادی که در هر ردیف حروف یکسان بر روی آنها درج شده اختلاف معنی‌دار ندارند ( $P < 0.05$ )

جدول ۲۴- نتایج حاصل از تأثیر روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر روی ترکیب لاشه ( $\bar{X} \pm SE$ )

ترکیب لاشه		شماره تیمار						
لاشه اولیه	یک	دو	سه	چهار	پنج	شش	هفت	هشت
رطوبت (%)	۷۴/۹	$70/3 \pm 0/56$	$75/5 \pm 0/36$	$68/9 \pm 0/33$	$77/9 \pm 0/27$	$71/2 \pm 0/22$	$68/4 \pm 0/57$	$67/3 \pm 0/43$
پروتئین (%)	۱۶/۱	$16/5 \pm 0/16$	$16/3 \pm 0/55$	$15/9 \pm 0/33$	$15/6 \pm 0/26$	$16/1 \pm 0/38$	$16/2 \pm 0/02$	$16/3 \pm 0/07$
چربی (%)	۶/۱	$6/2 \pm 0/31$	$9/6 \pm 0/60$	$12/6 \pm 0/36$	$2/3 \pm 0/06$	$7/9 \pm 0/31$	$12/6 \pm 0/31$	$6/7 \pm 0/18$
خاکستر (%)	۱/۸	$1/6 \pm 0/05$	$1/5 \pm 0/06$	$1/5 \pm 0/04$	$1/6 \pm 0/03$	$1/6 \pm 0/12$	$1/4 \pm 0/06$	$1/5 \pm 0/05$

اعدادی که در هر ردیف حروف یکسان بر روی آنها درج شده اختلاف معنی دار ندارند ( $P < 0.05$ ).

## فصل چهارم: بحث

این تحقیق را می‌توان از دو جنبه کلی مورد بحث و ارزیابی قرار داد :

- الف) شناخت نیازهای غذایی واقعی ماهی با هدف تحمل حداقل هزینه و تأمین حداکثر رشد.  
 ب) کاهش آلودگی آب محیطهای پرورشی و همچنین منابع آبی دریافت‌کننده پساب مراکز پرورشی از طریق تنظیم دقیق خوراکها.

هرچند هر دو جنبه فوق در یک راستا قرار داشته و در نظر گرفتن یکی از آنها دیگری را تعمیم خواهد داد ولی امروزه موضوع آلودگی منابع آبی اعم از محیطهای پرورشی مصنوعی و محیطهای طبیعی در اثر عدم تنظیم و تعدیل صحیح جیره‌های غذایی و عمدتاً مصرف بیش از نیاز ترکیبات اصلی غذایی در خوراک آبزیان پرورشی، اهمیت زیادی پیدا کرده است.

املاح غذایی مازاد بر نیاز آبزیان پرورشی بصورت ترکیبات مختلف بخصوص ترکیبات نیتروژنی و فسفری از طریق آبشش‌ها، ادرار و مدفوع از بدن دفع می‌شوند. این ترکیبات رشد پلانکتونها را تحریک کرده و می‌تواند ضمن کاهش کیفیت آب استخرهای پرورشی سبب بروز پدیده یوتریفیکاسیون در محیطهای آبی طبیعی شوند. این موضوع سبب گردیده تا کشورهای پیشرفته قوانین بازدارنده‌ای را در این رابطه وضع نمایند (Goddard, 1996). مسلماً یکی از راههای کنترل آلودگی ناشی از پساب مراکز پرورش آبزیان بهبود کیفیت خوراکهای مصرفی است. برای مثال شرایط در نظر گرفته شده در مورد ساخت خوراکهای آبزیان برای مصرف در مراکز پرورشی دانمارک در جدول ۲۵ آورده شده است:

جدول ۲۵- شرایط وضع شده در مورد خوراکهای مورد مصرف در مراکز پرورش ماهی دانمارک (Jensen, 1991).

حداکثرنسبت تبدیل غذا (FCR)	انرژی خام جیره خشک Mcal/kg	حداقل قابلیت هضم (%)	حداکثر پروتئین خوراک (%)	حداکثر فسفر خوراک (%)	حداکثر خاک خوراک (%)
۱۹۸۹	۱/۲	۵/۶	۷۰	۵۰	۱
۱۹۹۰	۱/۱	۵/۷	۷۴	۵۰	۱
۱۹۹۱	۱	۶	۷۸	۴۵	۰/۹

در سالهای اخیر به منظور کاهش هزینه‌های غذایی و همچنین کاهش آلودگی ناشی از پساب مراکز پرورش ماهی ساخت خوراکهای پرانرژی (high - energy feeds) و خوراکهای با پتانسیل آلاینده‌گی کم (low - pollution feeds) در کشورهای صنعتی رایج گردیده است. خوراکهای پرانرژی حاوی مقدار زیادی چربی بوده (۳۰-۱۵ درصد) که از این طریق میزان انرژی جیره غذایی افزایش یافته و در مصرف پروتئین صرفه جویی می‌شود. البته استفاده زیاد از چنین جیره‌هایی ممکن است میزان چربی لاشه را افزایش داده و کیفیت گوشت را پایین آورد که با گرسنگی دادن ماهی به مدت چند روز تا چند هفته قبل از فروش، این مشکل تا حد زیادی مرتفع می‌شود (Goddard, 1996). خوراکهای با پتانسیل آلودگی کم با استفاده از مواد خام با کیفیت بالا که قابلیت هضم پذیری کاملتری داشته و ضایعات دفعی کمتری در پی داشته باشند تهیه می‌شوند. این خوراکها معمولاً از طریق فرایند اکستروژن که قوام خوراک را در آب زیاد کرده و قابلیت هضم پذیری ترکیبات کربوهیدرات مصرف شده در جیره را افزایش می‌دهد ساخته می‌شوند.

بنابراین امروزه سعی بر این است که از طریق شناخت نیازهای غذایی واقعی آبزیان و ساخت خوراکهای با کیفیت بالا، ضمن کاهش هزینه‌های تولید غذا، از به هدر رفتن مواد غذایی در داخل آب و آلوده شدن محیط تا حد امکان جلوگیری شود.

این تحقیق با هدف شناخت نیازهای غذایی واقعی قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور جهت تأمین حداکثر رشد انجام گرفت و در آن بهترین نسبت پروتئین به انرژی جیره غذایی قزل‌آلا در اینگونه منابع آبی تعیین گردید، همچنانکه این موضوع قبلاً در مورد چندین گونه ماهی دیگر مورد تحقیق قرار گرفته است (Wilson و Garling, 1976؛ Murai و همکاران، 1985؛ Das و همکاران، 1991؛ De Silva و همکاران، 1991؛ Riera, Garcia و همکاران، 1993؛ Samantaray و Mohanty, 1997).

بهترین رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان پروری در آب لب‌شور با هدایت الکتریکی حدود ۲۵۴۰۰ میکروموس بر سانتیمتر مربع (مجموع املاح حدود ۱۵/۷ گرم در لیتر) با استفاده از جیره غذایی

شماره ۳ یعنی جیره دارای ۳۵٪ پروتئین، ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم انرژی (۶/۲۰ درصد چربی) و با نسبت P/E معادل ۸۱/۴ میلیگرم پروتئین بر کیلوکالری انرژی بدست آمد. بعد از آن بیشترین مقدار رشد مربوط به جیره شماره ۶ دارای ۴۰٪ پروتئین، ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم انرژی (نسبت P/E برابر ۹۳) و جیره شماره ۹ دارای ۴۵٪ پروتئین، ۴۳۰ کیلوکالری بر صد گرم انرژی (نسبت P/E برابر ۱۰۴/۶) بود که مقادیر مربوط به هر یک از آنها با هم برابر بود.

طبق نظر Takeuchi و همکاران (1978) برای رشد مطلوب قزل آلا بهترین سطح پروتئین ۳۵٪ و بهترین سطح چربی ۲۰ - ۱۵٪ است. در دو تحقیق دیگر که توسط Cho و Slinger (1978) انجام گردید، استفاده از سطوح پروتئین ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد در تغذیه قزل آلا در دمای ۱۵°C تأثیر معنی داری بر روی رشد آنها نگذاشت.

Kaushik (1977)، Murai (1992) و Wilson (1994) نیز معتقدند که در صورت تأمین اسیدهای آمینه و انرژی مورد نیاز قزل آلا می توان بدون کاهش رشد، میزان پروتئین جیره غذایی را به حداقل رساند.

نتایج ارائه شده در جدول ۱۵ و ۱۶ بوضوح نشان می دهند که سطوح مختلف پروتئین در نظر گرفته شده در این تحقیق تأثیر معنی داری بر روی هریک از فاکتورهای درصد افزایش وزن، نسبت تبدیل غذا، نسبت بازدهی پروتئین، نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت، درصد مصرف پروتئین خالص و درصد متوسط رشد روزانه نگذاشته است درحالی که تأثیر هریک از سطوح انرژی مورد مطالعه بر روی فاکتورهای فوق کاملاً معنی دار است.

بدین ترتیب نتایج این تحقیق از طریق نظریات ارائه شده مورد تأیید قرار می گیرد و بیانگر آن است که چنانچه سطح انرژی غذایی مورد نیاز قزل آلا با استفاده از مقادیر مشخص چربی و کربوهیدرات تأمین و حفظ شود، می توان با در نظر گرفتن حداقل پروتئین مورد نیاز، حداکثر رشد را در این ماهی فراهم کرد همچنانکه در این تحقیق کمترین سطح پروتئین در نظر گرفته شده (۳۵٪) بیشترین رشد را در ماهی به همراه داشت. این در حالی است که در بعضی از نوشته ها نیاز پروتئینی قزل آلا برای حداکثر

رشد در مرحله پرواری ۴۵-۴۰ درصد ذکر شده است (Satia, 1974؛ Austreng و Refstie, 1979؛ Tacon, 1990). در مقابل Luquet (1971) معتقد است که اگر از پروتئین باکیفیت بالا در جیره غذایی قزل آلا استفاده شده و اسید آمینه های ضروری نیز به مقدار کافی تأمین شوند سطح پروتئین ۳۰٪ و حتی ۲۵٪ (Kim و همکاران، 1984) برای رشد قزل آلا کافی است و مقادیر بیشتر آن تأثیری در افزایش رشد ندارد.

حداقل سطح چربی ضروری جهت رشد، بازماندگی و نسبت تبدیل غذایی مطلوب در قزل آلا رنگین کمان ۱۰٪ گزارش شده است (Takeuchi و همکاران، 1978؛ NRC، 1981؛ NRC، 1989؛ Cho و Kaushik، 1990). تحقیقات در مورد گونه های دیگر نشان داده اند که کپور معمولی می تواند تا ۱۸٪ چربی را در جیره غذایی خود بدون تأثیر منفی در رشد مصرف نماید (Jauncey, 1982).

گربه ماهی می تواند تا ۱۲٪ چربی (Dupree و همکاران، 1979) و تیلاپای قرمز تا ۱۸٪ چربی (De Silva و همکاران، 1991) را بطور مؤثری مصرف نماید. از طرفی طبق تحقیق Garcia-Rira و همکاران (1993) استفاده از سطوح بالای چربی هیچگونه اثرات کاهش رشد و یا پاتولوژیک را در قزل آلا رنگین کمان ایجاد نکرد. در این تحقیق مشخص گردید که سطح چربی ۶/۲۰ درصد در سطح پروتئین ۳۵٪ (جیره ۳) و به عبارت دیگر نسبت پروتئین به چربی (P/L) ۶۹/۱، بطور مؤثری توسط قزل آلا مورد مصرف قرار گرفته و بیشترین رشد را در این ماهی فراهم نمود (جدول ۱۷). هرچند سطوح چربی ۲/۲۰ و ۷/۱۹ درصد به ترتیب در سطوح پروتئین ۴۰ و ۴۵ درصد (جیره های ۶ و ۹) نیز رشد خوب و غیرمعنی داری را نسبت به سطح پروتئین ۳۵٪ در قزل آلا ایجاد کردند ولی با توجه به سایر فاکتورهای اندازه گیری شده در مورد آنها (CF, ANPU, FCR, PER) و همچنین هزینه بالای تهیه آنها، ممکن است نتوان این دو جیره را در زمره جیره های اقتصادی و مطلوب در مرحله پرواری قزل آلا قلمداد نمود.

در تحقیقی که توسط Ogino و همکاران (1976) انجام شد، مشخص گردید که اگر در جیره غذایی قزل آلا از چربی به عنوان منبع اصلی انرژی استفاده شود، بیشترین مقدار ANPU و PER در سطح



پروتئین پایین (۳۰٪) و چنانچه از چربی و کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی استفاده شود، حداکثر این مقادیر در سطح پروتئین ۳۵٪ و در صورتیکه تنها از کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی استفاده شود، حداکثر مقادیر فوق در سطح پروتئین بالا (۴۰٪) بدست می آید. در این تحقیق از چربی و کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی استفاده شد و هرچند مقدار ANPU و PER در تمام سطوح پروتئین با افزایش سطح انرژی افزایش یافت ولی بیشترین مقدار آن در سطح پروتئین ۳۵٪ و میزان انرژی ۴۳۰ کیلوکالری برصد گرم بدست آمد (جدول ۱۷). این موضوع گذشته از تأثیر چربی، بیانگر تأثیر جیره های پرانرژی بر افزایش نسبت بازدهی پروتئین و میزان ذخیره آن در بافت بدن می باشد بطوریکه این وضعیت سبب گردیده تا از مصرف شدن پروتئین به عنوان یک منبع انرژی ممانعت شده و ماهی با دریافت نیاز اِپتیمم پروتئینی خود، حداکثر آن را صرف ساخت بافتها نماید.

اثرات مفید جایگزینی بخشی از پروتئین غذایی توسط چربی و کربوهیدرات کاملاً مشخص شده است (Takeuchi و همکاران، ۱۹۷۸؛ Murai، ۱۹۹۲؛ Ohta و Watanabe، ۱۹۹۶؛ Goddard، ۱۹۹۶) و در این تحقیق نیز این موضوع بخوبی اثبات گردید. اگر تیمارهای ۱، ۴ و ۷ که به ترتیب سطوح پروتئین ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد و سطح چربی یکسان ۳۷۰ کیلوکالری برصد گرم را دریافت کرده اند با هم مقایسه شوند، بهبود غیرمعنی دار عملکرد رشد تیمار ۴ نسبت به تیمار ۱ و بهبود معنی دار عملکرد رشد تیمار ۷ نسبت به دو تیمار دیگر بخوبی مشخص است و این موضوع بیانگر مصرف شدن بخشی از پروتئین غذایی در تیمار ۷ جهت تولید انرژی بوده که امکان افزایش رشد را در این تیمار فراهم کرده است. در اینجا این نکته قابل برداشت است که در صورتی پروتئین به عنوان منبع تولید انرژی مورد مصرف قرار می گیرد که اولاً سطح انرژی جیره غذایی کمتر از حد نیاز ماهی بوده و ثانیاً سطح پروتئین در نظر گرفته شده در جیره مازاد بر نیاز حداقل ماهی باشد، در غیر اینصورت ماهی با کاهش رشد مواجه خواهد شد ضمن اینکه فقط بخش کمی از پروتئین به عنوان منبع انرژی عمل خواهد کرد و هرگز نمی تواند نقش چربی را در تأمین انرژی مورد نیاز ایفا نماید.

عدم اختلاف معنی دار بین عملکرد رشد تیمارهای ۵ و ۸ (جدول ۱۷) بیانگر این موضوع است که

در این تیمارها حداقل نیاز پروتئین و انرژی غذایی مورد نیاز ماهی فراهم گردیده و عامل تعیین کننده در ارزیابی آنها، اثرات منفی افزایش بیش از حد نیاز سطوح پروتئین و انرژی جیره غذایی بر روی برخی فاکتورهای رشد نظیر ANPU و PER، کیفیت لاشه و همچنین هزینه‌های تهیه خوراک می‌باشد. به عبارت دیگر اگر وجود ۱۲/۶ درصد چربی در لاشه کامل ماهی قزل‌آلا به عنوان یک فاکتور منفی قلمداد نشود، تیمار شماره ۳ با دریافت حداقل پروتئین در نظر گرفته شده، در پی داشتن بهترین عملکرد رشد و همچنین صرف کمترین هزینه نسبت به سایر تیمارهای دریافت کننده جیره‌های پرپروتئین و پرانرژی، به عنوان تیمار برتر قابل معرفی است. البته این نکته را نباید فراموش کرد که تأمین این مقدار انرژی در جیره غذایی می‌تواند تجمع چربی در لاشه را به همراه داشته و کیفیت آن را تا اندازه‌ای کاهش دهد.

همانطور که قبلاً اشاره گردید تجزیه نهایی لاشه در پایان آزمایش نشان داد که با افزایش انرژی جیره غذایی یا به عبارتی افزایش چربی خام جیره، میزان چربی لاشه افزایش و میزان رطوبت آن کاهش یافته در حالیکه مقدار پروتئین خام لاشه در تیمارهای مختلف تغییرات منظمی نداشته ضمن آنکه اختلاف بین آنها نیز معنی دار نبود، همچنانکه Benoit و همکاران (1995) نیز معتقدند که مقدار پروتئین بدن ماهی در اثر عوامل مختلف تغذیه‌ای تغییرات چندانی پیدا نخواهد کرد. رابطه بین چربی، رطوبت و پروتئین بدن ماهی توسط Golbrandsen و Utne (1977)، Papoutsoglou و Papaparaskevea-Papoutsoglou (1978)، Reinitz و همکاران (1978)، Buckley و Groves (1979)، Cho و Kaushik (1990) گزارش شده است.

نتایج ارائه شده در جداول ۲۲ تا ۲۴ بیانگر آن است که سطوح مختلف پروتئین و انرژی و روابط متقابل آنها تأثیر قابل توجهی بر روی پروتئین و خاکستر لاشه نداشته در حالیکه چربی و رطوبت لاشه بصورت معنی داری تحت تأثیر این عوامل بوده است بطوریکه با افزایش سطوح پروتئین و انرژی جیره غذایی، میزان چربی لاشه افزایش و میزان رطوبت آن کاهش یافته است. به عبارت دیگر متناسب با سطوح پروتئین و انرژی دریافتی، آب و چربی در بدن ماهی جایگزین یکدیگر شده‌اند که



مسلماً مقادیر خیلی کم یا خیلی زیاد هریک از آنها دریدن می تواند باعث کاهش کیفیت لاشه شود. باتوجه به اینکه هریک از تیمارهای مورد نظر دارای مقادیر مختلف چربی و رطوبت در لاشه نهایی خود بودند (جدول ۲۴) ولی آزمایش ارگانولپتیک برروی آنها نشان داد که وجود این مقدار چربی و رطوبت در لاشه کامل، اثرات نامطلوب کیفی مشخصی را در گوشت آنها به همراه نداشته است.

برخی تغییرات در ترکیب لاشه می تواند ناشی از سطوح کربوهیدرات جیره غذایی باشد. Refstie و Austreng (1981) گزارش نمودند با افزایش سطح کربوهیدرات جیره میزان چربی و انرژی لاشه کاهش و میزان پروتئین و خاکستر آن افزایش می یابد. همچنین Phillips و همکاران (1966-1967) دریافتند که سطوح مختلف کربوهیدرات جیره هیچگونه تأثیر معنی داری برروی چربی یا پروتئین لاشه قزل آلا نداشته است. در این تحقیق تیمارهای ۱، ۴ و ۷ که بیشترین سطح کربوهیدرات (۲۶٪) را دریافت کرده بودند، چربی نهایی لاشه آنها کمتر بود. بااین وجود به نظر می رسد که سطح چربی جیره غذایی نسبت به سایر ترکیبات جیره نقش تعیین کننده تری در ترکیب نهایی لاشه بویژه میزان رطوبت و چربی آن دارد.

## منابع:

- ۱- اداره کل هواشناسی استان یزد، ۱۳۷۸. گزارش ارائه شده در سمینار بین المللی همزیستی با کویر.
- ۲- سازمان برنامه و بودجه استان یزد، ۱۳۷۵. آمارنامه استان یزد.
- ۳- شیلات استان یزد، ۱۳۷۸. گزارش سالانه وضعیت آبی پروری در استان یزد.
- ۴- علیزاده، مرتضی، ۱۳۷۵. پرورش قزل آلاي رنگین کمان در استخرهای خاکی با استفاده از آبهای شور زیرزمینی، نشریه ترویجی معاونت تکثیر و پرورش شیلات ایران.
- ۵- میگلی نژاد، ابراهیم، ۱۳۷۸. تصویر توسعه آبی پروری جهان (ترجمه گزارش شماره ۸۸۶ سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد - ۱۹۹۷)، شرکت سهامی شیلات ایران.
- 6 - AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 12th Ed. Washington, D. C. 1094pp.
- 7 - Austreng, E. & Refstie, T. 1979. Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. Aquaculture 18: 145-158.
- 8 - Benoit, F., Durante, B. H. A., Laroche, M., Marcel, J. & Vallot, D. 1995. Growth and meat quality relation in carp. Aquaculture, 129: 265-297.
- 9 - Bergot, F. 1979a. Carbohydrate in rainbow trout diets: Effects of the level and source of carbohydrate and the number of meals on growth and body composition. Aquaculture 18: 157-167.
- 10 - Bergot, F. 1979b. Problems Particulars poses par l utilisation des glucides chez la truite arc-en-ciel. Ann. Nutr. Aliment. 33: 247-257.
- 11 - Bergot, F. 1979c. Effects of dietary Carbohydrates and of their mode of distribution on glycemia in rainbow trout (*S.gairdneri*). Comp. Biochem. Physiol. part A.
- 12 - Bergot, F. & Breque, J. 1983. Digestibility of starch in rainbow trout: Effects of the physical state of starch and of the intake level. Aquaculture 34: 203-212.
- 13 - Brauge, C., Corraze, G. & Medale, F. 1995. Effects of dietary levels of carbohydrate and lipid on glucose oxidation and lipogenesis from glucose in

- rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in freshwater or in sea water. Comp. Biochem. PHYSIOL.111A: 117-124.
- 14 - Brauge, C., Medale, F. & Corraze, G. 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in sea water. Aquaculture, 123: 109-120.
  - 15 - Brett, J. R. & Groves, T. D. D. 1979. Physiological energetics. In Fish Physiology VIII. Bioenergetics and Growth, eds. W. S. Hoar, D. J. Randal and Brett, J. R. pp, 270-352. Academic Press, New York.
  - 16 - Brett, J. R. 1979. Environmental factors and growth. Fish physiology. Vol, VIII. Bioenergetic and growth. Academic Press, New York. pp. 599-675.
  - 17 - Buckley, J. T. & Groves, T. D. D. 1979. Influence of feed on the body composition of finfish. In: J. E. Halver & K. Tiews (editors), Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Vol. 2, H. Heenemam, Berlin: 335-343.
  - 18 - Buhler, D. R. & Halver, J. E. 1961. Nutrition of salmonid fishes. Carbohydrate requirement of chinook salmon. J. Nutr. 74: 307-318.
  - 19 - Catacutan, M. R., & Coloso, R. M., 1996. Growth of juvenile Asian seabass. *lates calcarifer*, fed varying carbohydrate and lipid levels. Aquaculture. 149: 137-143.
  - 20 - Cho, C. Y. & Slinger, S. J. 1978. Effect of ambient temperature of the protein requirements of rainbow trout. pp. 24-35. In 1977 Annul report.
  - 21 - Cho, C. Y. & Kaushik, S. J. 1990. Nutritional energetics in fish: Energy and protein utilization in rainbow trout (*S.gairdneri*). World Review of Nutrition and Dietetics. 61: 132-172.
  - 22 - Cho, C. Y. 1990. Feed nutrition, feed and feeding with special emphasis on salmonid. Aquaculture, Feed. Rev. Int. 6, 333.
  - 23 - Choubert, G., De la Noue, J. & Luquet, P. 1982. Digestibility in fish: An improved device for the automatic collection of faeces. Aquaculture, 29: 185-189.
  - 24 - Cowey, C. B. & Wilson, R. P. 1994. Special issue-fish nutrition and feeding.

Aquaculture 124: 1-368.

- 25 - Cowey, C. B. 1994. Amino acid requirements of fish: A critical appraisal of present values. Aquaculture, 124: 1-11.
- 26 - Das, K. M., Mohanty, S. N. & Sarkar, S. 1991. Optimum dietary protein to energy ratio for *Labeo rohita* fingerlings, in: De Silva, S. S. (Ed), Fish nutrition research in Asia. Proceeding of the fourth Asian fish nutrition workshop. Asian Fish. Soc. Spec. Publ. 5. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 205pp.
- 27 - De Silva, S. S., Gunasekera, R. M. & Shim, K. F. 1991. Interactions of Varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia. Aquaculture 95: 305-318.
- 28 - Delong, D. C., Halver, J. E., & Merts, E. T. 1958. Nutrition of salmonid fishes. VI. Protein requirements of chinook salmon at two water temperature. J. Nutr. 65: 589-599.
- 29 - Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple f-tests. Biometrics 11: 1-42.
- 30 - Dupree, H. K., Gauglitz, E. T. & Haule, C. R. 1979. Effects of dietary lipids on growth and acceptability (flavor) of channel catfish, Vol. 11: 87-110. Berlin: heenemann Verlagsgesellschaft MbH.
- 31 - Garcia-Riera, M. P., Martinez, F. J., Conteras, M. & Zamora, S. 1993. Effectes of various dietary energy sources on rainbow trout. Aquacult. Mag. 19: 46-53.
- 32 - Garling, D. L., Jr. & Wilson, R. P. 1976. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish (*I.punctatus*). J. Nutr. 106: 1368-1375.
- 33 - Goddard, S. 1996. Feed management in intensive aquaculture. V. 5. Feed types and uses, Chapman and Hall.
- 34 - Golbrandsen, K. E. & Utne, F. 1977. The protein requirement of energy for rainbow trout. Fiskeridir. Skr. Ser. Ernaering. 1: 224-225.
- 35 - Gomes, E. F. S. 1991. Protein and energy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nutrition. Prto- Portugal Univ. Do-proto- 1991. 239pp.
- 36 - Hughes, S. G. 1985. evaluation of glutamic acid oxidation by carp liver

- mitochondria. Arch. Biochem. Biophys. 85: 149-158.
- 37 - Halver, J., 1976. The nutritional requirements of cultivated warm water and cold water fish species. Paper no. 31, FAO Technical Conference on Aquaculture. 26 May- 2 June 1976, Kyoto, 9pp.
  - 38 - Hardy, R. W., Iwaoka, W. T. & Brannon, E. L. 1980. A new dry diet with alternative oil sources for Pacific salmon. (In press).
  - 39 - Jauncey, K. 1982. Carp nutrition- a review, in: Muir, I. J. F. & Roberts, R. J. Recent advances in aquaculture, Vol. II. Croom Helm. London, pp, 215-263.
  - 40 - Jensen, P. 1991. Aquafeeds: Reducing environmental impact. Feed international, August, 6-12.
  - 41 - Kaushik, S. J. & Oliva Teles, A. 1985. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. Aquaculture 50: 89-101.
  - 42 - Kaushik, S. J. 1977. Influence de la salinité sur le métabolisme azoté et le besoin en arginine chez la truite arc-en-ciel. 230pp.
  - 43 - Kim, J. D., Pascaud, M., Kaushik, S. J. 1988. Influence of dietary lipid to protein ratios on growth and fatty acid composition of muscles in rainbow trout. ICHTYOPHYSIOL.- ACTA. 1988. Vol.12, pp, 7-25
  - 44 - Kim, K. L., Kayes, T. B. & Amundson, C. H. 1984. Requirements for sulfurcontaining amino acids and utilization of D. methionine by rainbow trout. Fed. Proc. 43, 3338 (Abs).
  - 45 - Lee, D. J. & Putnam, C. B. 1973. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratio in a test diet. J. Nutr. 103: 916-922
  - 46 - Leonardi, M., Vega, R. & Tarifeno, E. 1991. Effect of the dietary lipids in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on growth, condition factor and food conversion efficiency. REV -BIOL. MAR. 1991. Vol. 26, no.2, pp, 253-266.
  - 47 - Lucas-Burnard, J. & Beres, L. 1974. The enzymes 10: 53-86.
  - 48 - Luquet, P. 1971. Efficacité des protéines en relation avec leur taux de incorporation

- dans l'alimentation de la truite arc-en-ciel. Ann. Hydrobiol. 2: 176-186.
- 49 - Luquet, P. 1982. Aspects du métabolisme des poissons particulièrement importants pour la qualité de l'eau. In Razional utilizzo delle risorse idriche in acquacoltura. Dell. E. S. A. V, Italy. pp, 30-38.
  - 50 - Luzzana, U., Serrini, G., Moretti, V. M., Giancesini, C. 1994. Effect of expanded feed with high fish oil content on growth and fatty acid composition of rainbow trout. Aquacult. INT. (1994).Vol.2. no. 4, pp, 239-248.
  - 51 - Medale, F., Aguirre, P. & Kaushik, S. J. 1991. Utilization of dietary carbohydrate by trout at two water temperatures. In energy metabolism of farm animals (Edited by Wenk, C and Boessinger, M) pp, 392-395.
  - 52 - Metailler, R., Gabaudan, J. & Guillaume, J. 1989. Compared nutrition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), brown trout (*salmo trutta*) and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Effect of crude protein and lipid levels. Copenhagen-Denmark Ices, 14pp
  - 53 - Murai, T., Akiyama, T., Takeuchi, T. & Nose, T. 1985. Effects of dietary protein and lipid levels on growth performance and carcass composition of fingerling carp. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 51: 605-608.
  - 54 - Murai, T. 1992. Protein nutrition of rainbow trout. National Research Institute of Fisheries Science. Japan. Aquaculture 100: 191-207.
  - 55 - Nematipour, G. R., Brown, M. L. & Gatlin, D. M., III, 1992. Effects of dietary energy: Protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass. *Morone chrysops* × *M. saxatilis*. Aquaculture, 107: 359-368.
  - 56 - NRC (National Research Council). 1981. Nutrition requirements of coldwater fishes. National Academic of Sciences. Washington, D. C. 50pp.
  - 57 - NRC (National Research Council). 1989. Nutrition requirements of coldwater fishes. National Academic of Sciences. Washington, D. C. 50pp.
  - 58 - NRC (National Research Council). 1993. Nutrition requirements of fish. National

Academy Press. Washington, D. C.

- 59 - Ogino, C. 1980a. Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 46: 171-174.
- 60 - Ogino, C., Chiou, J. Y. & Takeuchi, T. 1976. Protein nutrition in fish. Effects of dietary energy sources on the utilization of protein by rainbow trout and carp. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 42,29: 213-218.
- 61 - Ohta, M. & Watanabe, T. 1996. Energy requirements for maintenance of body weight and activity, and for maximum growth in rainbow trout. Aquaculture Research center. Fisheries Science. 62(5): 737-744.
- 62 - Oliva-Teles, A. & Kaushik, S. J. 1989. The effect of the protein/energy ratio of the diets on the nitrogen and energy balance in rainbow trout (*S.gairdneri*). Spec-Publ- Eur. Aquacult. Soc. no. 10.
- 63 - Papoutsoglou, S. E. & Papaparaskeva-Papoutsoglou, E. G. 1978. comparative studies on body composition of rainbow trout (*S.gairdneri*) in relation to type of diet and growth rate. Aquaculture 13: 235-243.
- 64 - Philips, A. M., Livingston, D. L. & Poston, H. A. 1966. The effect of change in protein quality, calorie sources and calorie levels upon the growth and chemical composition of brook trout. Fish. Res. Bull. N.Y., 29: 6-14.
- 65 - Phillips, A. M., Jr., Poston, H. A. & Livingston, D. L. 1967. The effect of caloric source and water temperature upon trout growth and body chemistry. pp, 25-34. In fish. Res. Bull. No. 30.
- 66 - Pike, R. I. & Brown, M. L. 1967. Nutrition: An integrated approach. Wiley, New York. 542pp.
- 67 - Piper, A. & Pfeffer, E. 1979. Carbohydrate as possible sources of dietary energy for rainbow trout (*S.gairdneri*). pp. 209-219.
- 68 - Plantikow, H. 1982. Einfluss der milieu temperature und des protein/fett gehaltes in der diat auf die protease aktivitat in den pylorus anhangen der regenbogen

- forelle (*salmo gairdneri*). Wiss. Z. Wilhelm- Pieck- Univ. Rostock, Math. Naturwiss. R., 31: 45-50.
- 69 - Refstie, T. & Austreng, E. 1981. Carbohydrate in rainbow trout diets. III. growth and chemical composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diet. Aquaculture, 25: 35-49.
- 70 - Reinitz, G. L., Orme, L. E., lemm, C. A. & Hitzel, F. N. 1978. Influence of varying lipid concentrations with two protein concentration in diet for rainbow trout. Trans. Am. Fish. Soc. 107: 751-754.
- 71 - Ringrose, R. C. 1971. Calorie-to-protein ration for brook trout. Prog. Fish Cult. 28: 80-85
- 72 - Samantaray, K. & Mohanty, S. S. 1997. Interaction of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead (*Channa striata*). Fish nutrition laboratory, college of fisheries, Orissa univ. Of Agri. and Tech., India. Aquaculture 156: 241-249.
- 73 - Satia, B. P. 1974. Quantitative protein requirements of rainbow trout. Progr. Fish. Cult. 36: 80-85
- 74 - Soengas, J. L., Otero, J., Fuentes, J., Andres, M. D. & Aldengunde, M. 1991. Preliminary studies on carbohydrate metabolism changes in domestical rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Transferred to diluted sea water (12ppt) Comp. Biochem. physiol. 98B: 53-57.
- 75 - Soengas, J. L., Barciela, P., Fuentes, J., Otero, J. Andres, M. D. & Aldengunde, M. 1993. The effect of sea water transfer in liver carbohydrate metabolism of domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comp. Biochem. physiol. 105B: 173-179.
- 76 - Steffens, W. 1989. Protein degestion. In: Principle of fish nutrition. Ellis Harwood, Chichester, pp. 47-51.
- 77 - Tacon, A. J. 1990. Standard methods for the nutrition of farmed fish and shrimp.



Argent Laboratories Press. Washington, U.S.A.

- 78 - Takeuchi, T., Watanabe, T. & Ogino, C. 1978a. Optimum ratio of protein to lipid in diet of rainbow trout. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44: 685-688.
- 79 - Takeuchi, T., Watanabe, T. & Ogino, C. 1978b. Use of hydrogenated fish oil and beef tallow as a dietary energy source for carp and rainbow trout. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44(8): 875-881.
- 80 - Takeuchi, T., Watanabe, T. & Ogino, C. 1978c. Supplementary affect of lipid in,6(44).186-776 Fish .Sci .Soc .Jpn .Bull .High protein diet of rainbow trout.
- 81 - Webster, Carl D.,Tiu, Laura G., Tidwell, James H., Van WYK Peter & Howerton Robert D., 1994. Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of sunshine bass reared in cages. Aquaculture, 131: 222-301.
- 82 - Wilson, R. P. & Cowey, C. B. 1985. Amino acid composition of whole body tissue of rainbow trout and atlantic salmon. Aquaculture 48: 373-376.
- 83 - Wilson, R. P. & Halver, J. E. 1986. Protein and amino acid requirement of fishes. Annu. Rev. Nutr. 6: 225-244.
- 84 - Wilson, R. P. 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish. Aquaculture 124: 67-80.
- 85 - Yu, T. C. & Sinnhuber, R. O. 1975. Effect of dietary linolenic acid and linoleic acid upon growth and lipid metabolism of rainbow trout. Lipids 10: 63-66.
- 86 - Zeitoun, I. H., Halver, J. E., Ullrey, D. E. & Tack, P. I. 1973. Influence of salinity on protein requirements of rainbow trout fingerlings. J. Fish. Res. Bd. Can. 30: 1867-1873.



ضمیمه: نمونه‌ای از جیره‌های تنظیم شده بوسیله نرم‌افزار LINDO

LINDO/PC 5.3 (C) 1994 LINDO SYSTEMS INC.

TITLE FEED OF RAINBOW TROUT WITH 35% PROTEIN AND 4300 KCAL/KG ENERGY

SUBJECT TO

- 1) FM = 40
- 2) CAS <= 15
- 3) CAS >= 1
- 4) GEL <= 15
- 5) GEL >= 1
- 6) FO <= 20
- 7) VP = 2
- 8) MP = 1
- 9) BIN = 1.5
- 10) AO = 0.03
- 11) STA = 10
- 12) DEX <= 20
- 13) DEX >= 1
- 14) YEA = 5
- 15) CEL <= 4
- 16) VC = 0.1

MOISTURE)  $0.006 \text{ FO} + 0.0529 \text{ CAS} + 0.0668 \text{ STA} + 0.0007 \text{ DEX} + 0.0869 \text{ FM} + 0.0658 \text{ YEA}$   
 $\leq 8$

WEIGHT)  $\text{FO} + \text{CAS} + \text{GEL} + \text{STA} + \text{DEX} + \text{VP} + \text{MP} + \text{BIN} + \text{AO} + \text{FM} + \text{YEA} +$   
 $\text{CEL} \leq 100$

PROTEIN)  $0.8196 \text{ CAS} + 0.9778 \text{ GEL} + 0.0088 \text{ DEX} + 0.6679 \text{ FM} + 0.37 \text{ YEA} = 35$

CARBOHY)  $0.0946 \text{ CAS} + 0.0165 \text{ GEL} + 0.8328 \text{ STA} + 0.9557 \text{ DEX} + 0.0263 \text{ FM} + 0.5107$   
 $\text{YEA} = 26$

ENERGY)  $8.946 \text{ FO} + 3.79 \text{ CAS} + 3.977 \text{ GEL} + 3.331 \text{ STA} + 3.864 \text{ DEX} + 3.708 \text{ FM} +$   
 $3.585 \text{ YEA} = 430$

FAT)  $0.994 \text{ FO} + 0.0148 \text{ CAS} + 0.08349999 \text{ FM} + 0.0069 \text{ YEA} \leq 20$

HISTIDIN)  $0.0259 \text{ CAS} + 0.0076 \text{ GEL} + 0.0166 \text{ FM} + 0.0115 \text{ YEA} \geq 0.64$

VALIN)	1.16	>=	0.0671 CAS + 0.0209 GEL + 0.0366 FM + 0.0242 YEA	
ARGININE)	1.51	>=	0.0349 CAS + 0.0697 GEL + 0.0394 FM + 0.0229 YEA	
METHIONIN)	0.0281 CAS + 0.0073 GEL + 0.0208 FM + 0.0075 YEA	>=	0.67	
ISOLEUCIN)	0.0572 CAS + 0.0138 GEL + 0.0325 FM + 0.0224 YEA	>=	1.79	
LEUCINE)	0.0880 CAS + 0.0291 GEL + 0.0519 FM + 0.0335 YEA	>=	1.79	
TYROSIN)	0.0490 CAS + 0.0052 GEL + 0.0234 FM + 0.0157 YEA	>=	0.81	
PHENILALANIN)	0.0481 CAS + 0.0179 GEL + 0.0292 FM + 0.0189 YEA	>=	1.02	
LYSINE)	0.0714 CAS + 0.0355 GEL + 0.0524 FM + 0.0322 YEA	>=	2.07	
THREONIN)	0.0391 CAS + 0.0176 GEL + 0.0288 FM + 0.0217 YEA	>=	1.13	
FIBER)	0.0425 CAS + 0.0135 GEL + 0.0005 FM + 0.0202 DEX + 0.002 YEA			
	+ 0.999 CEL	=	2.5	
ASH)	0.0181 CAS + 0.0057 GEL + 0.1148 FM + 0.0162 DEX + 0.0446 YEA			
	+ 0.0029 STA	<=	12	
CALSIUM	0.006 CAS + 0.0052 GEL + 0.0338 FM + 0.0043 DEX + 0.0037 YEA			
	+ 0.28 MP	<=	2	
PHOSPHOUR)	0.0082 CAS + 0.006 GEL + 0.0238 FM + 0.0079 YEA + 0.25 MP			
	>=	0.7		

LP OPTIMUM FOUND AT STEP

# OBJECTIVE FUNCTION VALUE

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
FO	16.489540	0.000000
CAS	6.331917	0.000000
GEL	1.145967	0.000000
STA	10.000000	0.000000
DEX	14.071980	0.000000
VP	2.000000	0.000000
MP	1.000000	0.000000
BIN	1.500000	0.000000
AO	0.030000	0.000000
FM	40.000000	0.000000
YEA	5.000000	0.000000
CEL	2.400000	0.000000
VC	0.100000	0.000000

## Interactions of dietary levels of protein and energy on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in desert brackish water

M. Alizadeh

Dr. M. Ahmadi

Dr. H. Emadi

Dr. M. Farkhoi

### Summary

A 3×3 factorial experiment was conducted to determine the optimum protein to energy (P/E) ratio for rainbow trout in brackish water. Three crude protein levels and three energy levels at each protein level were utilized. Diets were made in semi-purified that in all of them fish meal, casein and gelatin as the sources of protein and dextrin, starch and oil as the sources of energy were used. Each of experimental diets was fed to triplicate groups of 20 fish with an average individual weight of 81.5 g in 9 2000-l flow trough fiberglass tanks. During this experiment water temperature, dissolved oxygen, PH and EC were  $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 6.5-8.1 mg/l, 7.7-8.6 and 25400  $\mu\text{m/s}$  respectively. The diets were fed at a rate between 1.6-2 wet body weight% per day depended to water temperature in three equal rations and adjusted two weekly for 84 days. At each of protein levels, weight gain percent (%WG), average daily growth percent (%ADG), protein efficiency ratio (PER), apparent net protein utilization percent (%ANPU), or percent of protein deposited, specific growth rate (SGR) and condition factor (CF) were found to increase and food conversion ratio (FCR) was found to decrease with an increasing energy levels from 370 to 430 Kcal/100g. Fish fed a 35% protein, 430 Kcal/100g energy diet with a P/E ratio of 81.4 mg protein/ Kcal PFV energy, attained the best growth performance. Fat and moisture of carcass were affected by protein and energy levels of test diets while protein and ash of carcass were relatively constant in different treatments.

**Keywords:** *Oncorhynchus mykiss*; Rainbow trout; Brackish water; Protein to energy ratio.

